



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTILÁN

**“SUPLEMENTO ACTIVADOR RUMINAL CON *CAESALPINIA*
CORIARIA ASOCIADO O NO A *RICINUS COMMUNIS* EN LA
ALIMENTACIÓN DE OVINOS”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

P R E S E N T A:
Fernanda Ivette Serrano Sánchez

Asesor: Dr. José Manuel Palma García
Coasesor: Mtro. Victor Hugo Sánchez González



UNAM
CUAUTILÁN

Cuautilán Izcalli, Estado de México
2023



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN

DR. DAVID QUINTANAR GUERRERO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

ASUNTO: VOTO PROBATORIO



UNAM

ATN: DRA. MARÍA DEL CARMEN VALDERAMA BRAVO
Jefa del Departamento de Titulación
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: Trabajo de Tesis.

Suplemento activador ruminal con Caesalpinia coriaria asociado o no a Ricinus communis en la alimentación de ovinos

Que presenta la pasante: **Fernanda Ivette Serrano Sánchez**
Con número de cuenta: **309202767** para obtener el título de: Médica Veterinaria Zootecnista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 31 de marzo de 2023.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dr. Jorge Luis Tortora Pérez	
VOCAL	Dra. María Magdalena Guerrero Cruz	
SECRETARIO	M. en M.V.Z. Víctor Hugo Sánchez González	
1er. SUPLENTE	Dra. Ma. de los Ángeles Ortíz Rubio	
2do. SUPLENTE	Dr. Jesús Jonathan Ramírez Espinosa	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional.

MCVB/ntm*

Índice

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN	2
2. PREGUNTA CIENTÍFICA.....	5
3. HIPÓTESIS.....	6
4. OBJETIVO	7
4.1. Objetivo general.....	7
4.2. Objetivos particulares	7
5. MARCO TEÓRICO.....	8
5.1. Ovinocultura	8
5.2. Ovinocultura en clima tropical.....	9
5.3. Suplementación animal	10
5.4. Recursos locales del trópico como fuente de alimento	13
6. METODOLOGÍA.....	20
6.1. Área de estudio y periodo.....	20
6.2. Animales y alojamiento	20
6.3. Análisis químico de las dietas y alimentación	21
6.4. Comportamiento de consumo: número de veces de consumo de SAR y ensilado de caña por ovinos y selectividad de partícula de caña de azúcar por ovinos.....	23
6.5. Consumo de materia seca y dinámica de consumo	24
6.6. Comportamiento productivo	25
6.7. Digestibilidad <i>in vivo</i>	25
6.8. Intoxicaciones.....	25
6.9. Análisis estadístico de resultados	25
7. RESULTADOS	26
7.1. Análisis químico de las dietas y alimentación	26
7.2. Comportamiento de consumo: Número de veces de consumo de SAR y ensilado de caña por ovinos	28
7.2.1. Selectividad de partícula de ensilado de caña de azúcar por ovinos.....	29
7.3. Consumo de materia seca y dinámica de consumo	31
7.3.1. Primera estrategia alimenticia: Consumo en gramos de ensilado de caña y SAR con diferentes niveles de inclusión por hora.....	31

7.3.2. Estrategia alimenticia 2: Consumo en g de ensilado de caña mezclado con SAR con diferentes niveles de inclusión.....	33
7.4. Comportamiento productivo	34
7.5. Digestibilidad <i>in vivo</i>	39
7.6. Intoxicaciones.....	39
8. DISCUSIÓN.....	40
8.1. Composición de los suplementos activadores del rumen y su análisis químico junto con ensilado de caña.	40
8.2. Comportamiento de consumo	41
8.3. Dinámica de consumo	43
8.4. Comportamiento productivo	44
8.5. Digestibilidad	47
8.6. Intoxicaciones.....	48
9. CONCLUSIONES.....	50
10. Anexo 1.....	51
11. Anexo 2.....	54
12. Anexo 3.....	57
13. REFERENCIAS.....	59

Índice de tablas

Tabla 1: Composición por porcentaje de inclusión de LhRc de los cuatro SAR administrados.	26
Tabla 2: Análisis químico proximal por porcentaje de inclusión de LhRc de los cuatro tratamientos administrados y del ensilado de caña (Ec).	27
Tabla 3: Número de veces que los ovinos consumieron suplemento activador ruminal (SAR).	28
Tabla 4: Número de veces que los ovinos consumieron ensilado de caña por tratamiento con diferentes niveles de inclusión de lámina hoja de Ricinus communis (LhRc).	29
Tabla 5: Tamaño de partícula de ensilado de caña rechazado por los borregos al ofertar diferente tipo de SAR con diferentes niveles de inclusión de lámina de la hoja de Ricinus communis (LhRc).	30
Tabla 6: Dinámica de consumo de suplemento activador ruminal (SAR) y ensilado de caña de azúcar en (g) por ovinos por hora por diferentes niveles de inclusión de lámina hoja de Ricinus communis (LhRc).	32
Tabla 7: Dinámica de consumo de suplemento activador ruminal y ensilado de caña de azúcar en (g) acumulados por hora para los diferentes niveles de inclusión de LhRc.	33
Tabla 8: . Dinámica de consumo de suplemento activador ruminal con ensilado de caña de azúcar en (g) por ovinos por hora por diferentes niveles de inclusión de LhRc.	34

Tabla 9: Dinámica de consumo de suplemento activador ruminal y ensilado de caña de azúcar en (g) acumulados por hora, como ración integral con diferentes niveles de inclusión de LhRc por ovinos.....	34
Tabla 10: Análisis de variables productivas en el periodo de adaptación.	35
Tabla 11: Análisis de variables productivas en la primera estrategia alimenticia, donde el SAR y el ensilado de caña (con 24%.MS) se administraron como raciones separadas.	36
Tabla 12: Análisis de variables productivas en la segunda estrategia alimenticia, donde el suplemento y el ensilado de caña se ofrecieron como ración totalmente mezclada.....	38
Tabla 13: Porcentaje de digestibilidad de los tratamientos con diferentes niveles de inclusión de lámina hoja de Ricinus communis (LhRc).....	39
Tabla 14: Porcentaje de rechazo de SAR y ensilado de caña del 17 al 27 de marzo del 2021.....	53
Tabla 15: Consumo de SAR y ensilado de caña.....	56

RESUMEN

Los pastos del trópico son alimentos con características estacionales y de bajo valor nutritivo para ganado, por lo cual, es necesaria la suplementación. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de un suplemento activador ruminal con *Caesalpinia coriaria* asociado a *Ricinus communis* (Rc) en la alimentación de ovinos. Se utilizaron 16 ovinos machos, con un peso metabólico de 8 ± 2 Kg, alojado en corrales individuales y desparasitados. A los cuales, se les administró ensilado de caña como dieta base, asignados a cuatro tratamientos de suplementos activadores ruminales (SAR) que contenían diferentes niveles de inclusión de lámina de la hoja de *Ricinus communis* (LhRc) con 0, 15, 30 y 45%. El trabajo se realizó en dos periodos, el primero duró 15 días y se administró el suplemento y ensilado de caña en porciones separadas tres veces al día, mientras que la segunda estrategia duró 28 días y se ofreció el suplemento combinado con ensilado de caña tres veces al día. Los suplementos fueron de carácter isoproteico e isoenergético, con 27.4% PC y 3.6 Mcal/kg MS de energía metabolizable. El consumo de alimento fue mayor durante la primera hora de evaluación, el SAR con mayor consumo fue el de 15% de inclusión de LhRc, respecto a 0 y 45% después de 6 h de consumo, sin diferencia en el consumo de ensilado de caña. Cuando se ofertó combinado no se encontraron diferencias en consumo entre los tratamientos. Sin diferencias estadísticas en el comportamiento productivo, a pesar de la mejor digestibilidad de la dieta cuando se incluyó 30 y 45% de LhRc, y sin intoxicación por el consumo de Rc. Se puede incluir en el SAR la LhRc hasta 45% sin detrimento en ganancia de peso y sin intoxicaciones, aunque el consumo del SAR se puede restringir cuando se oferta en altas cantidades.

1. INTRODUCCIÓN

El término agropecuario se define como “lo que tiene relación con la agricultura y la ganadería”, por lo que se entiende que hay un vínculo estrecho en donde uno funciona gracias al otro (RAE, 2021). El sector agropecuario incluye a las actividades primarias, las cuales son una fuente de ingreso importante para grandes y pequeños productores, en donde se destaca la producción de carne y leche. Este sector es completamente dependiente del clima ya que muchas plantas forrajeras reciben la influencia de las condiciones climáticas para su crecimiento, desarrollo y floración (Febles *et al.*, 2009).

Los pastos nativos del trópico son una fuente de alimento para el ganado, sin embargo, su producción es baja y estacional, aunado a un valor nutritivo pobre (Enríquez *et al.*, 2011). Esto induce a los productores a utilizar una gran cantidad de granos, los cuales elevan drásticamente los valores de comercialización (Latimori y Kloster, 2003). El fenómeno se vuelve controversial ya que en la producción animal se debe tratar de cubrir los requerimientos nutritivos de los animales al menor costo posible (Moreno y Molina, 2007).

Lo anterior impulsó una propuesta de alternativas, entre las que destaca la suplementación, la cual permite una mínima dependencia de insumos y recursos externos al pequeño productor (Moreno y Molina, 2007).

La suplementación animal busca suministrar a los animales nutrientes específicos, aditivos, alimentos o una mezcla de todos, para complementar las carencias de la dieta base suministrada, mientras que un suplemento activador del rumen (SAR) es una alternativa dirigida a manipular los procesos fermentativos del rumen y de elevar

la digestibilidad de los alimentos, tiene como principio garantizar que en el rumen se obtengan nutrientes necesarios para así mejorar la actividad microbiana (Galindo, 2017). La finalidad de utilizar el SAR es lograr una mejor digestibilidad de los alimentos a bajo costo, optimizar la ganancia de peso, así como la finalización de los animales con pesos homogéneos (Del Viento y Palma, 2015).

Por otro lado, *Ricinus communis* (*Rc*) es una planta que actualmente se utiliza en la industria de biodiesel, sin embargo, Palma (2018) propuso a *Rc* como un forraje alternativo en la alimentación de rumiantes en sistemas silvopastoriles. *Rc* posee características proteico-energético para rumiantes, del cual se conoce que el rango de proteína cruda (PC) se encuentra entre 21.98 a 27.60%, energía metabolizable (EM) de 2.75 a 2.90 Mcal/kg MS y un porcentaje de digestibilidad de 93.21 a 94.90% (Ramírez *et al.*, 2017).

También el fruto de *Caesalpinia coriaria* es un alimento no convencional, desde el punto de vista energético cuenta con 3.23 Mcal/Kg MS de EM y un porcentaje de digestibilidad de 94.80%, sin embargo, cuenta con 5.34% PC (Palma, 2018; De Lourdes y Palma, 2018).

Otro ejemplo de alimento tropical no convencional es el *Enterolobium cyclocarpum*, recurso arbóreo endémico de América tropical, su fruto es una vaina circular indehiscente utilizado para consumo humano y para el ganado, el cual se ofrece en forma de harina. En Colima se realizaron diversos trabajos con este fruto y se determinó su valor nutrimental, teniendo porcentajes de 14% de PC, digestibilidad de 69%, extracto libre de nitrógeno 60.45% (Palma, 2018; Serratos, 2000).

Finalmente, entre los recursos forrajeros de gran relevancia, destaca la caña de azúcar, la cual es utilizada estratégicamente para la alimentación animal por su alta producción de biomasa por unidad de área de cultivo y la disponibilidad de sus subproductos (Estrada *et al.*, 2013). Sin embargo, la caña de azúcar desde el punto nutricional tiene un déficit pronunciado de proteína, y un alto porcentaje de carbohidratos estructurales. Por lo anterior se propone la estrategia del ensilado de caña enriquecido con aditivos e inóculos microbianos para su conservación y mejoramiento del forraje a través de la fermentación y desarrollo de microorganismos benéficos (Palma y Martín, 2021).

Por lo que el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto nutricional de un suplemento activador del rumen (SAR) con *Caesalpinia coriaria* asociado o no a *Ricinus communis* en la alimentación de ovinos.

2. PREGUNTA CIENTÍFICA

¿Se lograrán efectos benéficos al utilizar un suplemento activador ruminal (SAR) con *Caesalpinia coriaria* asociado o no a *Ricinus communis* en la alimentación de ovinos?

3. HIPÓTESIS

Al utilizar un suplemento activador ruminal con *Caesalpinia coriaria* asociado a la lámina de *Ricinus communis* (LhRc) se favorece el comportamiento de consumo de materia seca, digestibilidad *in vivo* y ganancia de peso, comparado con aquel que no incluya la LhRc.

4. OBJETIVO

4.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de un suplemento activador ruminal (SAR) con *Caesalpinia coriaria* asociado o no a la lámina de la hoja de *Ricinus communis* en la alimentación de ovinos.

4.2. Objetivos particulares

1. Determinar el efecto nutrimental del SAR con *Caesalpinia coriaria* asociado o no a la lámina de la hoja de *Ricinus communis* en la alimentación en borregos en el consumo de materia seca, digestibilidad *in vivo* y ganancia de peso.
2. Evaluar la dinámica de consumo de los diferentes tipos de SAR con *Caesalpinia coriaria* asociado o no a la lámina de la hoja de *Ricinus communis*.
3. Conocer la existencia o no de signos de intoxicación por la inclusión de la lámina de la hoja de *Ricinus communis* en la alimentación de ovinos.

5. MARCO TEÓRICO

5.1. Ovinocultura

Desde los inicios de la domesticación, hasta la actualidad, los ovinos son animales con un papel fundamental en el desarrollo social y cultural en la historia de la humanidad. Es una especie que posee versatilidad en sus productos, ya que se puede aprovechar carne, lana, leche y cuero, tanto para aprovechamiento familiar como en producciones intensivas (Ganzábal, 2014). Otro aspecto característico de esta especie es su mansedumbre, Macías (2015) explica que es gracias a esta característica de la que surge su base etimológica, referido como “oblatio” lo cual hace referencia a la palabra ofrenda. Al ser un animal sumamente dócil, era la especie de elección para los sacrificios en tiempos ancestrales.

La ovinocultura a nivel nacional representa un factor económico determinante para las familias mexicanas, ya que funge desde una economía familiar al atender desde imprevistos familiares, hasta una economía empresarial intensiva. Otro de los objetivos de cualquiera que sea el sistema de producción ovina es satisfacer la creciente demanda que existe en el país (Espejel-García *et al.*, 2015). El Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2020), publicó un inventario de la población del ganado en el país y sumó un total de 8, 725,882 cabezas totales de ganado ovino. Los principales productores de ovinos en México son el Estado de México con una población total de 1, 355,113 de ovinos, seguido por el estado de Hidalgo, con un total de 1,128, 198 animales, mientras que el estado de Colima cuenta con apenas 17,528 borregos.

5.2. Ovinocultura en clima tropical

Colima cuenta con un clima tropical, el cual se caracteriza por ser húmedo con lluvias en verano de 800 a 1,000 mm de lluvia anual. Conforme se avanza al norte del municipio, la temperatura desciende pasa de una media de 25 a 23 °C (INAFED, 2006). La ovinocultura en las zonas tropicales, es una actividad que sobresale principalmente por la producción de corderos. Entre las razas más utilizadas en el trópico y específicamente en Colima destacan Pelibuey y Katahdin (Barragán *et al.*, 2017). Estas razas de pelo son más utilizadas por su rusticidad, fertilidad, ausencia de estacionalidad y adaptación climática (Chay-Canul *et al.*, 2018). La producción de animales para engorda en regiones tropicales se enfrenta con la problemática de que los estándares productivos manejados en la literatura están basados en el desarrollo de los animales bajo el clima templado. Sin embargo, la realidad es que las regiones tropicales tienen que enfrentarse a factores climáticos radicales, alimentos con valores nutritivos bajos, y genotipos de diferentes razas a los de las razas de clima templado (Salah *et al.*, 2014).

Otro desafío en la ganadería de rumiantes es la calidad y disponibilidad forrajera durante un ciclo productivo, fenómeno dependiente de las estaciones del año. En el trópico la tasa de crecimiento del forraje es limitada, la magnitud forrajera estará mediada por la llegada de las lluvias (Romero, 2006). Actualmente se hace frente a una gran crisis climática, donde cada vez es más difícil predecir la estacionalidad anual, es por eso que se deben buscar alternativas en la alimentación pecuaria y ser competitivos en el mercado. Ante esta crisis surgen diferentes soluciones, una práctica que demuestra resultados positivos es la suplementación alimenticia en

particular con los rumiantes alimentados con forrajes de baja calidad (Ramírez *et al.*, 2017).

5.3. Suplementación animal

Dada la sobreexplotación que se lleva a cabo en los sistemas ganaderos, los rendimientos y el valor nutritivo de los alimentos son aspectos clave para la producción, sin embargo, la situación actual es crítica, dado que aspectos climáticos de estacionalidad, entre ellos la sequía provocan que los forrajes tengan altos contenidos de fibra y bajos niveles de proteína (Ascanio *et al.*, 2016).

La suplementación animal surge como una estrategia para mejorar la disposición de nutrientes, pues se agregan componentes carenciales de la dieta que consumen los animales de una etapa productiva determinada (Giraudó, 2011). El objetivo principal de la suplementación es aumentar el consumo y/o utilizar los nutrientes disponibles para así obtener una respuesta benéfica (Reinoso, 2012). Por otra parte, Krysl y Hess (1993) mencionaron algunos efectos benéficos que se pueden lograr al someter al ganado ante una dieta con suplementación como son: el incremento de la fertilidad, aumento en el consumo de materia seca, y aumento de la digestibilidad del forraje. Por otro lado, González y Dávalos (2018), indican que el suplemento alimenticio ideal debe gustar al animal, incrementar el flujo de proteína microbiana desde el rumen, proporcionar proteína sobrepasante y aumentar el consumo de energía metabolizable.

Otras ventajas sobresalientes al utilizar la suplementación en la alimentación animal, es la posibilidad de reducir costos en los alimentos, ya que se puede reemplazar o sustituir ingredientes de la dieta base y administrarlos en menor

cantidad, pero en una presentación con mayor disponibilidad nutritiva, así como la mitigación de daños al medio ambiente al incrementar la fijación de carbono a nivel microbiano por reducir las pérdidas de carbono en forma de dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄) (Rodríguez *et al.*, 2007).

Existen diferentes tipos de suplementación, como ejemplos se puede mencionar la suplementación proteica, energética, mineral y grasa. La primera, como su nombre lo indica, tiene una fuente de proteína alta, la cual, aporta nitrógeno a los microorganismos ruminales, y según la fuente proteica utilizada puede llegar a absorberse a nivel post ruminal (González y Dávalos, 2018). Ésta se puede utilizar cuando se administran forrajes de baja calidad como dieta base, con niveles de PC por debajo del 8% (Del Curto *et al.*, 2000). El efecto observado al administrar un forraje con deficiencia proteica es el bajo consumo voluntario del forraje debido a que estos se degradan lentamente y pueden permanecer mucho tiempo retenidos en rumen (Reinoso, 2012). Es importante que cuando se administre un suplemento proteico no se limite la cantidad de forraje administrada, ya que, de lo contrario, el animal no tendrá ningún desempeño con la suplementación (Del Curto *et al.*, 2000). La suplementación proteica por tanto busca que se aumente el consumo del forraje ya que se aumenta la velocidad de digestión, la tasa de pasaje ruminal y la llegada de proteína verdadera al duodeno (Reinoso, 2012). Por el contrario, los suplementos energéticos son administrados con el objetivo de disminuir la cantidad de ingesta y digestibilidad del forraje de mala calidad (Del Curto *et al.*, 2000), además de suministrar energía fermentable a la microbiota ruminal, por consiguiente, se disminuye la carencia energética por parte de la dieta (González y Dávalos, 2018).

Otra práctica relevante de la suplementación es la utilización de suplementos activadores del rumen (SAR). Este suplemento es un estimulante biológico que favorece el metabolismo ruminal suministrando los nutrientes necesarios para el crecimiento microbiano (Rodrigues *et al.*, 2012). El objetivo de este suplemento es el aporte constante de nutrientes al ecosistema del rumen lo que provoca una aceleración en los procesos de digestión ruminal (Ascanio *et al.*, 2016), tales como el desarrollo de la microbiota ruminal, una aceleración marcada en los procesos de degradación del alimento, y optimiza la utilización de la fibra administrada en la ración del alimento, propuesta atractiva para los productores que basan la alimentación de su ganado en forrajes (Díaz *et al.*, 2008).

Idealmente un SAR está compuesto por carbohidratos solubles, carbohidratos amiláceos, nitrógeno no proteico, proteína verdadera, proteína de sobrepaso y minerales. A diferencia de los bloques multinutricionales su presentación es granular, y es a través de la combinación de sus ingredientes que se logra la regulación del consumo (Palma, 2011). Dicha regulación permite que la disolución de nutrientes ingeridos se produzca de forma lenta y sincrónica pues asegura que el animal reduzca la deficiencia de nutrientes originada por los alimentos de baja calidad (Ascanio *et al.*, 2016). Existe una variedad de investigaciones, por ejemplo, la de Rodrigues *et al.* (2012), donde al comparar la suplementación con el grupo control, los resultados muestran ganancias de peso similar o hasta mayores al control, además de un aumento en el consumo de MS en la dieta base, con un mayor aprovechamiento nutricional.

Al comprender los beneficios que brinda la suplementación en la alimentación animal es conveniente reflexionar sobre los alimentos que se deben incluir en la elaboración del suplemento, y así lograr un equilibrio entre los requerimientos nutricionales y las condiciones económicas del productor. Una alternativa para mitigar los problemas causados por los costos de producción es la utilización de los recursos locales, lo que al mismo tiempo permite aminorar los efectos que pueden traer consigo los fenómenos meteorológicos. En América Latina y el Caribe se dispone de nuevas variedades de forrajes que cada vez son más tolerantes a dichos fenómenos, con buenos rendimientos y calidad nutrimental aceptable o buena, y que son capaces de desarrollarse en ecosistemas frágiles y degradados (De la Ribera *et al.*, 2017).

5.4. Recursos locales del trópico como fuente de alimento

En la región del trópico seco, es común encontrar deficiencias de nutrientes originadas por las diversas causas explicadas con anterioridad. Estos fenómenos inducen a un pobre desempeño en la producción de rumiantes que son alimentados únicamente con gramíneas (Lara *et al.*, 2016). Como alternativa se puede utilizar plantas arbustivas y arbóreas que se desempeñan de manera adecuada al elegirse como opción complementaria de las gramíneas tropicales en la alimentación de rumiantes (Zamora *et al.*, 2020).

Un ejemplo de dichos recursos, es *Ricinus communis* (*Rc*), también conocida como higuera, es una planta arbustiva empleada en forma no convencional como forraje. Pertenece a la familia *Euphorbiaceae*, tiene cualidades anuales o perennes según la especie. Se encuentra desde las regiones tropicales hasta regiones templadas a

nivel mundial. Es originaria del Este de África, Nor y Sureste de Asia y de la península Arábiga. Puede reproducirse por siembra y sus principales productores a nivel internacional son India, China, Mozambique y Brasil (Akande *et al.*, 2016).

Es considerada como tóxica debido a la presencia de una serie de metabolitos secundarios como lo son ricina, aglutinina Rc, y un alcaloide llamado ricinina. La ricina es considerada como el tóxico más dañino, este es una glicoproteína que se concentra principalmente en el endoesperma de la semilla, y en menor concentración en el resto de la planta (EFSA, 2008; Akande *et al.*, 2016). Por otro lado, la hoja es conocida por tener propiedades antimicrobianas, así como propiedades adyuvantes para tratamientos de inflamación, hipoglucemia, problemas hepáticos y como laxante (Kueté, 2014).

El aceite contenido en la semilla se utiliza principalmente para fines industriales ya sea para la producción de biodiesel o para la industria de cosméticos. Aun cuando el aprovechamiento del aceite de ricino es alto, se estima que el residuo de esta producción es de al menos del 50% ya que para esta industria solamente se utilizan las semillas quedando el follaje, la cual cuenta con un rango de 21.98 a 27.60% de proteína cruda por lo que se buscan alternativas para su uso en el medio agropecuario como fertilizante o como alimento animal (Akande *et al.*, 2016; Menezes *et al.*, 2016). Para este último se tiene que realizar un proceso de desintoxicación y transformación para su utilización como harina. Se estima que la harina de Rc puede reemplazar la utilización de harina de soya, uno de los ingredientes que predomina en la alimentación animal además de ser uno de los más caros (Menezes *et al.*, 2016).

Recientemente existen trabajos como el de Zamora *et al.* (2020) y Ramírez *et al.* (2020) que proponen la utilización de la lámina de la hoja de *Ricinus communis* como estrategia en la alimentación de rumiantes con resultados positivos que favorecen la producción animal. Asimismo, Lara *et al.* (2016) realizaron una investigación sobre la preferencia de diferentes partes morfológicas de *Ricinus communis* en ovinos, notaron que los ovinos preferían la lámina de la hoja sin problemas de intoxicación. Sin embargo, autores como Brito *et al.* (2019) y Bianchi *et al.* (2018) la consideran como "maleza" tóxica para los rumiantes, pero por sus características alimenticias de tipo proteica y energética, así como su capacidad de proliferación y crecimiento en una gran variedad de ecosistemas, la hace una planta atractiva para utilizarse como alimento en ovinos (Palma, 2018).

Otro recurso tropical es *Caesalpinia coriaria* (Cc) también conocida como cascalote por su base etimológica del nahua nacascalotl que traducido al español quiere decir oreja torcida (Sánchez *et al.*, 2017), es una especie arbórea de clima tropical, perteneciente a la familia Caesalpinaceae de tipo perennifolio que alcanza una altura que va de los 5 y 6 m (Mora *et al.*, 2018). Su origen está datado en América y las Indias Occidentales (Olmedo *et al.*, 2019).

Debido a sus propiedades antimicrobianas, es utilizado en la medicina tradicional mexicana como antiinflamatorio, analgésico, hemostático, antidiarreico, y para algunas infecciones causadas por bacterias, entre otros. Entre los efectos asociados a metabolitos secundarios contenidos en el fruto, destacan los taninos, flavonoides, dodecadien-1-ol, glucósidos, vitamina E, compuestos fenólicos, entre

otros, sin embargo, los principios activos con potencial antibiótico aún no son detectados (Olmedo *et al.*, 2019).

Existen otros usos; entre ellos el de tipo maderable, ya que su madera es rígida y pesada y puede ser utilizada en postes de cercas, para vigas y artesanías. También es utilizado por la sombra que brinda el árbol por su propiedad de ser perennifolio (Sánchez *et al.*, 2017; Mora *et al.*, 2018). Se conoce que *Cc* es una planta rica en metabolitos secundarios, principalmente taninos. Los taninos son sustancias de sabor amargo que se localizan en las diferentes partes morfológicas de las plantas, como en frutos, hojas, raíces o semillas, lo cual puede afectar la gustosidad, debido a esto existe formación de complejos entre las proteínas salivales y taninos, lo que puede provocar una sensación de astringencia, lo que aumenta la salivación y disminuye la gustosidad (Manuel, 2018).

Sánchez *et al.* (2018) y Manuel (2018) trabajaron con el fruto de *Cc* en la alimentación de pequeños rumiantes, sin ventajas sobre las dietas convencionales a pesar de su calidad energética. Cabe mencionar que De Lourdes y Palma (2018), comparó la selección y consumo de harina de frutos de *Enterolobium cyclocarpum* (*Ec*) y *Cc*, estos autores determinaron que el consumo de *Cc* es menor comparado con *Ec* debido al alto contenido de taninos que funcionan como restrictores de consumo por su alto contenido de taninos en el fruto de *Cc*.

Como se mencionó con anterioridad, *Ec* es un árbol que es utilizado como un recurso en la alimentación de ganado en el trópico. Está distribuida en las costas tropicales del territorio mexicano, es conocida como Parota, Guanacastle, Orejón. Pertenece a la familia Fababceae, cuenta con flores y frutos característicos de la

especie que consiste en una vaina circular indehisciente donde contiene sus semillas las cuales son grandes, ovoides y aplanadas con una línea pálida en su contorno. Su altura va de los 20 a 30 m, es caducifolio, el fruto permanece durante la sequía, lo cual la vuelve una opción atractiva para utilizarla en la alimentación animal (Nieto *et al.*, 2003; Palma e Islas, 2018).

La parota, además, es un árbol versátil ya que posee múltiples usos como maderable, cerco vivo, leña, y por su contenido proteico puede utilizarse como complemento proteico y energético para la dieta de rumiantes (Salazar, 2016). Al administrarse como alimento para rumiantes se encontró que cuenta con un elevado nivel de saponinas, las cuales tienen un efecto bactericida sobre los microorganismos ruminales provocando una fermentación ruminal que provoca una disminución en la producción de metano (CH₄) (Albores *et al.*, 2017; Salazar, 2016).

Por otro lado, la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es una gramínea perenne que forma parte de los recursos esenciales producidos en el trópico mexicano, puede alcanzar de 4.5 a 6.0 m de altura. Su producción va destinada a la agroindustria ya sea para aprovechamiento humano o como estrategia de alimentación para los rumiantes, principalmente en la época de sequía (Reyes, 2014; CONADESUCA, 2020).

La caña de azúcar es un alimento que sobresale por su aprovechamiento y rendimiento ya que tiene alto potencial de producción de biomasa que va de los 40 hasta 80 t MF/ha, puede destinarse para la producción de caña entera para industria alimenticia de uso humano, y aprovechar alguno de sus subproductos como la melaza, punta de caña, bagazo de caña y cachaza, para la alimentación animal. Sin

embargo, una de las grandes desventajas que presenta este forraje es el pobre valor nutritivo que contiene al poseer altos niveles de fibra y bajo contenido proteico, bajo potencial de digestibilidad y alta proporción de carbohidratos estructurales (Reyes, 2014, Palma y Martín, 2021).

El ensilaje de caña es un método de conservación de forraje que se basa en la fermentación láctica en condiciones de anaerobiosis, lográndose así la disminución del pH por la formación de ácido láctico, inhibe la actividad y desarrollo de los microorganismos indeseables como levaduras, enterobacterias, clostridios, entre otros y al mismo tiempo mejorar su valor nutritivo (Santos *et al.*, 2014, Palma y Martín, 2021). Si el proceso anaeróbico no se lleva a cabo de manera adecuada, el oxígeno puede ser un factor perjudicial para la calidad del ensilaje al habilitar la acción de microorganismos aerobios. Actualmente se utilizan aditivos químicos e inoculantes microbianos como estrategia para conservar en mejor estado el ensilado, se controla la fermentación y la promoción del desarrollo de microorganismos benéficos (Palma y Martín, 2021).

Por último, el adecuado suministro de nutrientes, es la clave para lograr la máxima eficiencia a nivel productivo, y lograr el concepto que algunos autores proponen como sincronización de nutrientes (Repetto *et al.*, 2009). El objetivo de la sincronización de nutrientes es proporcionar al rumen proteína (fuente nitrogenada o proteína verdadera) y energía (carbohidratos fermentables) de manera que ambas estén disponibles en forma simultánea y en proporción a lo requerido o usado por la microbiota ruminal a través de la dieta por lo que, para lograrlo, es importante

cuidar calidad y cantidad que se ofrece de alimento a los animales (Hall y Huntington, 2008).

6. METODOLOGÍA

6.1. Área de estudio y periodo

El experimento se realizó en el periodo de marzo a mayo de 2021, en el rancho El Bajío, una granja ovina ubicado en las coordenadas 19°18'06.0 de latitud norte y 103°45'10.9 de longitud oeste, en el municipio de Comala, Colima, México. Su temperatura media anual es de 25 °C y cuenta con una precipitación pluvial media anual de 900 mm (INAFED, 2006).

6.2. Animales y alojamiento

Se utilizaron 16 ovinos machos enteros de tres meses de edad (aproximadamente) con cruce de Pelibuey y Dorper o Kathadin, los cuales contaban con una alimentación previa basada en concentrado, con el 10% de inclusión de forraje, formulado por el productor del rancho, calculado para obtener ganancias de aproximadamente 10 Kg de peso al mes, administrado en tres raciones al día. Los ovinos fueron instalados en el área de engorda del rancho, la cual era una zona techada, con luz natural y muros abiertos que permitían una ventilación adecuada, de modo que los corrales se encontraron libres de humedad y gases nocivos provenientes de las heces u orina, y la temperatura se mantenía según el ambiente. Los ovinos fueron alojados en dos jaulas elevadas, divididas entre sí en ocho corrales individuales de 2.0 x 1.5 m, equipados con comedero y bebedero propios, de tal manera que el borrego del corral continuo no pudiera tener acceso al alimento de otro borrego. Antes de empezar el experimento se desparasitó de manera endógena a los animales con Albendagort (producto comercial), cada ml contiene

100 mg albendazol, 15 mg de sulfato de cobalto, y 2.5 mg de selenito de sodio usando una dosis de 3.8 mg/kg de albendazol por vía oral. Se asignaron de manera aleatoria cuatro animales para cada tratamiento.

6.3. Análisis químico de las dietas y alimentación

El análisis químico de las mezclas se realizó en el laboratorio de análisis de alimentos UCCA (Unión de Cooperativas de Consumo Alteñas SC de RL), a cada uno de los alimentos se determinó el porcentaje de materia seca, cenizas, fibra detergente neutra, extracto etéreo, proteína cruda, carbohidratos no fibrosos (Morfin, 2011) y se estimó el valor de energía metabolizable (EM) basado en la siguiente ecuación EM: $0.81+0.064 [PC\%]$ (Martín y Palma, 2017).

El alimento se administró según los cálculos realizados basados en el peso metabólico ($PV^{0.75}$) de cada uno de los animales ajustados diariamente según el porcentaje de rechazo (5%).

La duración total del proyecto fue de 53 días, 10 días de periodo de adaptación y 43 de periodo experimental. El periodo de adaptación tuvo una duración de 10 días tanto para las jaulas como para los alimentos y conseguir el acostumbramiento al manejo alimenticio y las condiciones de confinamiento individual. Dado los fenómenos que se presentaron durante la investigación la etapa experimental, se decidió dividirla en dos estrategias alimenticias.

La primera estrategia consistió en la administración del SAR y ensilado de caña como dieta base, éste último contenía el 24% de MS. Ambos fueron administrados en porciones separadas. Durante esta etapa, la oferta total del administró desde las

nueve de la mañana, mientras que la oferta del ensilado de caña se fue racionando en tres tomas, a las 9:00 am, al medio día y a las 2:00pm. A pesar de la determinación de horarios para la oferta de ensilado de caña, algunos ovinos presentaron una alta velocidad de consumo de alimento. En estos casos se administró antes de la hora establecida. Esta estrategia tuvo una duración de 15 días.

Al día 16 de la etapa experimental se dio pie a la segunda estrategia, la cual, tuvo una duración de 28 días. En esta etapa se administró el SAR con ensilado de caña mezclados a manera de dieta integral, cabe recalcar que al ensilado de caña administrado durante esta estrategia se le realizó previamente una deshidratación hasta poseer el 90% MS, lo que permitió administrar el alimento en tres horarios fijos: 9:00 am, 12:00 pm y 2:00 pm.

Los SAR fueron isoproteicos e isoenergéticos, se balancearon para borregos enteros con un peso metabólico ($PV^{0.75}$) de 8 ± 2 Kg con 26.1% PC y 3.5 Mcal/Kg de energía metabolizable para una ganancia de peso estimada de 150 g/día de acuerdo a los requerimientos nutritivos para ovinos del trópico según Palma y Martín (2017). Así mismo, la determinación de los gramos ofertados de alimento se basaron en el consumo de materia seca/Kg de $PV^{0.75}$ tanto para el SAR como para el ensilado de caña con una relación aproximadamente del 30% para el suplemento y 60% para el ensilado de caña. Las dosis de las raciones se ajustaban diariamente de acuerdo al porcentaje de rechazo. Los cuatro tratamientos experimentales evaluados fueron:

- 1) SAR- LHRc 0: SAR 0% de lámina de la hoja de *Ricinus communis*.

- 2) SAR- LHRc 15: SAR 15% de lámina de la hoja de *Ricinus communis*.
- 3) SAR- LHRc 30: SAR 30% de lámina de la hoja de *Ricinus communis*.
- 4) SAR- LHRc 45: SAR 45% de lámina de la hoja de *Ricinus communis*.

El ensilado de caña ofertado provenía de un silo pastel realizado en la región, el cual fue sufriendo variaciones en su calidad, aspecto determinante para la división de las estrategias alimenticias durante la experimentación. Cabe recalcar que no se hicieron más análisis al ensilado de caña para la determinación del deterioro en la calidad, sino que ésta se fue determinando de acuerdo a las cualidades organolépticas del mismo alimento. Las variaciones del ensilado de caña que se utilizaron fueron:

- 1) Primera estrategia: ensilado de caña con 24% de materia seca sin picar.
- 2) Segunda estrategia: ensilado de caña con 90% de materia seca picado con criba de 3mm.

6.4. Comportamiento de consumo: número de veces de consumo de SAR y ensilado de caña por ovinos y selectividad de partícula de caña de azúcar por ovinos

Esta variable se evaluó cada 10 minutos en las primeras cinco horas del primer día en los diferentes SAR con tres corrales como repeticiones por tratamiento, donde se administró el suplemento separado del ensilado de caña.

En cuanto a la selectividad del tamaño de partícula, se realizó la recolección por cuarteo del alimento rechazado durante tres días en forma consecutiva de cada uno de los ovinos sometidos a experimentación. Los diferentes tamaños de partícula

fueron medidos con una cinta métrica de 1 metro de longitud y se determinó el promedio del tamaño de partícula rechazado por borrego y por tratamiento.

6.5. Consumo de materia seca y dinámica de consumo

Para la determinación del consumo de materia seca (CMS), se pesó diariamente el alimento ofertado y posteriormente, a las 24 horas, se determinó el alimento rechazado. Con el valor del CMS kg/d, se estimó el consumo de materia seca por peso metabólico (CMS/Kg $PV^{0.75}$) y se determinó el consumo en porcentaje por día.

Por otro lado, la dinámica de consumo fue medida en los días 2-4, 15-17, 29-31, durante las primeras cinco horas de cada periodo de tiempo señalado. El procedimiento se realizó midiendo el alimento consumido por hora (alimento ofrecido menos rechazado) durante tres días consecutivos, obteniéndose la dinámica de consumo por hora (CMS/h), y la dinámica de consumo en forma acumulada a través de las 5 horas.

Dado que, durante los días 2-4 la velocidad de consumo entre los borregos por el ensilado de caña era mínima, el deterioro del alimento era evidente, y el SAR y el ensilado de caña se administraban de forma separada, éste se iba ofreciendo en bajas cantidades de acuerdo a la demanda de los borregos, por lo que los horarios de oferta de ensilado de caña era variable, siendo los horarios de oferta a las 9:00 am, entre las 11:00 y 11:30 y 13:00 y 13:30 horas.

En los días 15-17, 29-31, el SAR se ofertó de forma mezclada, el consumo era más homogéneo, por lo que se pudieron establecer horarios fijos de administración de

alimento, siendo a las 9:00 la primera administración, la segunda a las 12:00 h, y la última a las 14:00 horas.

6.6. Comportamiento productivo

Se realizaron pesajes individuales de los animales por catorcena con una balanza electrónica marca TOR REY modelo CRS-HD 200/400. Se realizó peso inicial y final en el último día de cada etapa experimental. Los animales se pesaron por la mañana antes de la primera oferta de alimento. La ganancia diaria de peso (GDP) se obtuvo por la diferencia de los pesos durante cada periodo.

6.7. Digestibilidad *in vivo*

Para la determinación de la digestibilidad *in vivo* se colectaron las heces por cada animal por tratamiento durante cinco días consecutivos, en donde se toma una submuestra por día para conocer el porcentaje de MS de las heces. Para ello, se utilizó la siguiente ecuación, coeficiente de digestibilidad= $((\text{nutrientes ingeridos} - \text{nutrientes excretados}) / \text{nutrientes ingeridos}) \times 100$ (Bone *et al.*, 2012).

6.8. Intoxicaciones

Se determinó la existencia o no de intoxicaciones a través de la observación y revisión diaria de los animales.

6.9. Análisis estadístico de resultados

Se realizó un análisis de varianza para un diseño experimental completamente al azar y diferencia entre medias en las variables que demostraron significancia ($P < 0.05$), a través del paquete estadístico SPSS versión 25, 2017.

7. RESULTADOS

El análisis del estudio se basó en 15 animales, ya que durante la etapa experimental se presentó un cuadro de urolitiasis y un cuadro de acidosis láctica ruminal.

7.1. Análisis químico de las dietas y alimentación

En la tabla 1, se anota la composición de los diferentes suplementos realizados con los diferentes niveles de inclusión de lámina de hoja de *Ricinus communis* (LhRc) y su análisis químico tanto de los activadores ruminales como del ensilado de caña de azúcar.

Tabla 1: Composición por porcentaje de inclusión de LhRc de los cuatro SAR administrados.

Formulación de tratamientos	Inclusión LhRc (%)			
	0	15	30	45
<i>Caesalpinia coraria</i> (Cc)	10.0	10.0	10.0	10.0
LhRc	0.0	15.0	30.0	45.0
Aceite de canola	7.0	6.0	5.0	5.0
Harina de parota (Ec)	20.0	20.0	20.0	20.0
Maíz	21.0	15.0	11.0	6.0
Soya	12.0	10.0	4.0	0.0
Sorgo	21.0	15.5	11.5	6.0
Urea	4.0	3.5	3.5	3.2
Tierra diatomea	1.0	1.0	1.0	1.0
Sulfato de amonio	0.5	0.5	0.5	0.6
Minerales	1.0	1.0	1.0	1.0
Sal común	1.0	1.0	1.0	1.0
Pirofosfato de tiamina	0.5	0.5	0.5	0.5
Melaza	1.0	1.0	1.0	1.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

Tabla 2: Análisis químico proximal por porcentaje de inclusión de LhRc de los cuatro tratamientos administrados y del ensilado de caña (Ec).

Análisis químico de las dietas	Inclusión LhRc (%)				
	EC	0	15	30	45
Materia seca (%)	95.1	95.4	95.2	95.7	95.8
Cenizas (%)	4.6	3.9	4.1	6.9	7.6
Fibra detergente neutra (%)	59.4	13.5	14.2	16.1	15.3
Extracto etéreo (%)	1.1	9.1	8.9	8.2	8.8
Proteína cruda (%)	7.8	29.1	29.8	23.1	27.6
Carbohidratos no fibrosos (%)	27.0	44.6	43.0	45.7	40.7
Energía metabolizable Mcal/kg MS	2.3	3.7	3.7	3.3	3.6

A continuación, se muestra el aspecto físico de los diferentes suplementos activadores ruminales con la inclusión de la LhRc (Figura 1). La presencia es notoria del forraje de higuera en la medida que se incrementa su inclusión, mostrando una tonalidad de color verde.

Figura 1. Aspecto físico de los suplementos con diferentes niveles de inclusión de la lámina de hoja de *R. communis*.



7.2. Comportamiento de consumo: Número de veces de consumo de SAR y ensilado de caña por ovinos

Los resultados de la tabla 3, demuestran que existe una regulación de consumo en cada uno de los tratamientos con relación a la hora y el número de veces que los ovinos se aproximan al comedero con SAR, así mismo el mayor número de acercamientos al SAR ocurrieron durante la primera hora, aunque sin diferencia estadística entre tratamientos, excepto a las 13:00 en donde el tratamiento de 30% incremento las veces que consumieron el suplemento

Tabla 3: Número de veces que los ovinos consumieron suplemento activador ruminal (SAR).

Hora	Tratamientos				EEM	P
	0%	15%	30%	45%		
10	1.5	3.0	1.2	1.2	0.823	0.408
11	0.7	1.2	1.0	0.5	0.510	0.756
12	1.2	1.0	0.5	0.2	0.420	0.360
13	0.2b	0.2b	1.7 ^a	0.2b	0.433	0.073
14	0.2	0.2	0.7	0.2	0.323	0.627
Sumatoria	4.0	5.7	5.2	2.5	2.106	0.448

a, b distinta literal en fila muestran diferencia estadística, prueba de Tukey ($P < 0.05$), EEM=Error estándar de la media; P=Probabilidad.

Los resultados de la tabla 4, no muestran diferencia entre los tratamientos en relación al número de veces que consumieron ensilado de caña.

Tabla 4: Número de veces que los ovinos consumieron ensilado de caña por tratamiento con diferentes niveles de inclusión de lámina hoja de Ricinus communis (LhRc).

Hora	Tratamientos				EEM	P
	0%	15%	30%	45%		
10	3.5	2.5	2.0	1.7	0.908	0.547
11	2.5	2.0	1.5	1.5	0.479	0.426
12	2.2	1.0	1.7	2.2	0.844	0.696
13	4.5	2.5	2.0	4.5	0.854	0.122
14	1.7	2.5	1.7	2.5	0.499	0.526
Sumatoria	14.5	10.5	9.0	12.5	2.318	0.149

EEM=Error estándar de la media; P=Probabilidad.

7.2.1. Selectividad de partícula de ensilado de caña de azúcar por ovinos

Los datos reportados en la tabla 5 ratifican la existencia de una diferencia significativa en la selectividad por el tamaño de partícula de ensilado de caña entre los ovinos. Asimismo, se detectó que al aumentar el porcentaje de LhRc dentro del SAR, los ovinos son capaces de consumir partículas de mayor tamaño. El rechazo del tamaño de partícula se esquematiza en la figura 3.

Tabla 5: Tamaño de partícula de ensilado de caña rechazado por los borregos al ofertar diferente tipo de SAR con diferentes niveles de inclusión de lámina de la hoja de *Ricinus communis* (LhRc).

SAR LhRc (%)	Tamaño de partícula de rechazo de ensilado de caña (cm)
0	4.90 ^a
15	3.20 ^b
30	2.60 ^b
45	2.22 ^b
EEM	0.71
P	0.084

a, b literales diferentes en columna muestran diferencia estadística, prueba de Tukey (P<0.05). EEM=Error estándar de la media; P=significancia estadística.

Figura 2. Tamaño de partícula de ensilado de caña rechazado por los borregos al ofertar diferente tipo de suplemento activador ruminal (SAR) con diferentes niveles de inclusión de lámina de hoja de *Ricinus communis* LhRc.



7.3. Consumo de materia seca y dinámica de consumo

7.3.1. Primera estrategia alimenticia: Consumo en gramos de ensilado de caña y SAR con diferentes niveles de inclusión por hora.

Los resultados de la tabla 6, muestran que durante la primera hora se lleva a cabo el mayor consumo del SAR y ensilado de caña al ofertarlos por separado. Conforme avanzó el tiempo de evaluación, el consumo de ambos tipos de alimentos fue disminuyendo durante las cinco horas de evaluación.

En relación a la velocidad de consumo del SAR, se observó diferencia significativa a las 10:00 horas, en dónde, el tratamiento con el 15% de inclusión de LhRc fue el suplemento con el mayor consumo en relación al de 45%, ambos compartieron similitud estadística con el resto de tratamientos. En el caso del ensilado de caña no existió diferencia entre tratamientos.

Tabla 6: Dinámica de consumo de suplemento activador ruminal (SAR) y ensilado de caña de azúcar en (g) por ovinos por hora por diferentes niveles de inclusión de lámina hoja de *Ricinus communis* (LhRc).

Hora	SAR					
	Nivel de lámina hoja de <i>Ricinus communis</i>					
	0%	15%	30%	45%	EEM	P
10	76.6ab	92.2a	68.6ab	51.6b	8.6	0.054
11	17.6	21.0	23.2	14.5	5.2	0.670
12	19.9a	18.4a	23.6 ^a	12.5a	2.5	0.077
13	12.7	12.0	14.2	15.0	2.7	0.848
14	9.7	18.7	14.6	17.0	3.5	0.366
ENSILADO DE CANA						
10	68.6	71.7	73.0	102.3	32.2	0.868
11	13.3	15.6	20.1	14.5	5.3	0.815
12	13.3	21.7	19.5	20.5	7.3	0.851
13	13.5	14.0	19.3	20.6	4.1	0.547
14	14.1	25.8	14.7	23.2	7.5	0.613

a, b distinta literales en fila muestran diferencia estadística, prueba de Tukey ($P < 0.05$). EEM=Error estándar de la media; P=significancia estadística

En la tabla 7, se muestra el consumo acumulado de SAR/hora, se obtuvieron diferencias significativas durante las horas de evaluación, con un incremento lineal ascendente. A través de todo el ensayo, se observó diferencia entre los tratamientos de 15 y 45% de inclusión de LhRc. Similitud estadística con el de 30% de LhRc y diferencia estadística con el tratamiento control durante las 12 y 14 horas. Finalmente, el tratamiento con mayor consumo fue 15% y 30%, este último comparte similitud con el de 0% y 45% de LhRc es el de menor consumo, en cuanto al consumo de ensilado de caña no existió en el consumo entre tratamientos.

Tabla 7: Dinámica de consumo de suplemento activador ruminal y ensilado de caña de azúcar en (g) acumulados por hora para los diferentes niveles de inclusión de LhRc.

Hora	SAR \bar{x}					
	Nivel de lámina hoja de <i>Ricinus communis</i>					
	0%	15%	30%	45%	EEM	P
10	76.6ab	92.2a	68.6ab	51.6b	8.6	0.054
11	94.3a	113.9a	92.6a	66.1b	5.1	0.001
12	114.1b	131.6a	118.9ab	78.6c	3.6	<0.001
13	126.9a	143.6a	133.1a	93.6b	4.3	<0.001
14	136.6b	162.4a	144.7ab	110.6c	4.6	<0.001
ENSILADO DE CANA \bar{x}						
10	68.6	71.7	73.0	102.3	32.2	0.868
11	81.9	87.3	93.2	116.8	31.0	0.862
12	95.2	109.0	112.7	137.4	28.6	0.772
13	108.7	123.0	132.0	158.0	27.8	0.657
14	122.8	148.8	146.6	181.3	23.8	0.434

a, b distinta literales en fila muestran diferencia estadística, prueba de Tukey (P<0.05). EEM=Error estándar de la media; P=significancia estadística

7.3.2. Estrategia alimenticia 2: Consumo en g de ensilado de caña mezclado con SAR con diferentes niveles de inclusión.

En la tabla 8 y 9, se anotan los valores del consumo por hora y en forma acumulada respectivamente, en ambos casos no se observó diferencia estadística entre tratamientos.

Tabla 8: . Dinámica de consumo de suplemento activador ruminal con ensilado de caña de azúcar en (g) por ovinos por hora por diferentes niveles de inclusión de LhRc.

Hora	DIETA INTEGRAL \bar{x}					
	Nivel de lámina hoja de <i>Ricinus communis</i>					
	0%	15%	30%	45%	EEM	P
10	97.9	127.1	124.1	111.5	20.1	0.736
11	42.9	44.3	53.2	42.3	13.4	0.928
12	33.3	40.7	40.3	41.9	22.6	0.992
13	82.0	101.1	83.9	78.0	38.7	0.973
14	22.7	34.3	28.3	23.1	13.0	0.907

EEM=Error estándar de la media; P=significancia estadística.

Tabla 9: Dinámica de consumo de suplemento activador ruminal y ensilado de caña de azúcar en (g) acumulados por hora, como ración integral con diferentes niveles de inclusión de LhRc por ovinos.

Hora	DIETA INTEGRAL \bar{x}					
	Nivel de lámina hoja de <i>Ricinus communis</i>					
	0%	15%	30%	45%	EEM	P
10	97.9	127.1	124.1	111.5	20.1	0.736
11	140.7	171.5	177.4	153.8	14.8	0.394
12	174.0	212.2	217.7	195.7	21.7	0.546
13	256.8	313.3	301.4	273.7	30.6	0.596
14	279.5	347.7	329.7	296.7	23.4	0.296

EEM=Error estándar de la media; P=significancia estadística.

7.4. Comportamiento productivo

En esta sección de resultados se decidió incluir el periodo de adaptación ya que es clave para la interpretación de los datos obtenidos en la primera estrategia alimenticia.

En la tabla 10, se reporta el análisis estadístico de las variables productivas medidas durante el periodo de adaptación. No existió diferencia significativa en ninguna de

las variables evaluadas, sin embargo, los valores para ganancia de peso total y diario, son de carácter negativo, aspecto que esta relacionado con el bajo consumo total, a pesar de incrementar la relación SAR:ensilado de caña.

Tabla 10: Análisis de variables productivas en el periodo de adaptación.

n=16	Inclusión LhRc					
Variables	0%	15%	30%	45%	EEM	P
Peso inicial (Kg)	19.3	18.9	19.2	18.5	1.3	0.959
Peso final (Kg)	17.5	17.0	18.4	16.9	1.3	0.830
GTP (Kg)	-1.9	-1.9	-0.8	-1.6	0.4	0.279
GDP (g)	-187.0	-189.2	-79.2	-160.0	42.9	0.279
CMS SAR (g)	309.5	319.0	298.5	286.3	24.1	0.795
CMS EC (g)	108.8	114.7	118.5	110.7	3.0	0.100
CMS/D (g)	418.3	433.7	417.1	397.1	25.5	0.790
CMS/D (%)	2.7	2.6	2.2	2.3	0.001	0.164
Consumo g MS/kg PV ^{0.75}	51.0	52.7	48.1	50.7	3.6	0.842
Relación SAR:Ensilado de caña	74:26	74:26	72:28	72:28		

GTP= total de peso, GDP=Ganancia diaria de peso, CMS=Consumo de materia seca, CMS/D=Consumo de materia seca por día, CMS/PV^{0.75} =Consumo de materia seca por peso metabólico, CA=Conversión alimenticia, EA=Eficiencia alimenticia, Ec=Ensilado de caña. EEM=Error estándar de la media; P=significancia estadística

En la tabla 11, se reportan los datos de la primera estrategia alimenticia. Los datos muestran diferencia significativa en el consumo de materia seca diaria del SAR, consumo total en (g) y (%) se observan diferencias entre tratamientos, en favor de

15 y 30% respecto a 45% de LhRc, aunque el tratamiento control comparte similitud estadística con el resto de tratamientos. En el resto de las variables existe similitud estadística.

Tabla 11: Análisis de variables productivas en la primera estrategia alimenticia, donde el SAR y el ensilado de caña (con 24%.MS) se administraron como raciones separadas.

n=15	Inclusión LhRc					
Variables	0%	15%	30%	45%	EEM	P
Peso inicial (Kg)	17.5	17.2	18.5	16.9	1.3	0.869
Peso final (Kg)	19.9	20.1	20.2	18.0	1.5	0.720
GTP (Kg)	2.4a	2.8a	1.8a	1.2a	0.4	0.078
GDP (g)	163.0a	188.9a	119.5a	77.5a	27.0	0.078
CMS SAR (g)	191.6ab	216.2a	206.7a	166.2b	7.0	<0.001
CMS EC (g)	216.6a	243.5a	251.5a	216.9a	11.1	0.054
CMS/D (g)	408.1ab	459.7a	458.2a	383.1b	17.7	0.004
CMS/D (%)	2.3ab	2.7a	2.6ab	2.2b	0.001	0.010
Consumo g MS/kg PV ^{0.75}	47.8ab	54.6a	51.6ab	45.5b	2.0	0.010
CA	2.5a	3.0a	4.4a	5.3a	0.7a	0.063
EA	0.4	0.4	0.3	0.2	0.5	0.112
Relación SAR:Ensilado de caña	47:53	47:53	45:55	43:57		

a, b distintas literales en filas muestran diferencia estadística, prueba de Tukey (P<0.05)
 GTP= total de peso, GDP=Ganancia diaria de peso, CMS=Consumo de materia seca, CMS/D=Consumo de materia seca por día, CMS/PV^{0.75}=Consumo de materia seca por peso metabólico, CA=Conversión alimenticia, EA=Eficiencia alimenticia, Ec=Ensilado de caña. EEM=Error estándar de la media; P=significancia estadística.

Los resultados del comportamiento productivo obtenidos en la segunda estrategia alimenticia se reportan en la tabla 12. Se puede observar que no existió diferencia estadística entre los diferentes niveles de inclusión entre los tratamientos, a excepción de las variables de consumo de materia seca, similar a lo ocurrido durante la primera estrategia alimenticia.

Se observó que existe una similitud entre los tratamientos con el 15 y 30% de inclusión, y entre ellos existe diferencia con el suplemento que contiene el 0% de LhRc. Por otro lado, en cuanto al consumo de ensilado de caña, existe similitud en el CMS entre los tratamientos con el 15 y 30% de inclusión de LhRc, así como entre los tratamientos con el 0 y 45% de inclusión. Éste mismo comportamiento se observó en el consumo de materia seca por día (CMS/D).

Tabla 12: Análisis de variables productivas en la segunda estrategia alimenticia, donde el suplemento y el ensilado de caña se ofrecieron como ración totalmente mezclada.

Variables	Inclusión LhRc				EEM	P
	0%	15%	30%	45%		
Peso inicial (Kg)	19.9	20.1	20.2	18.0	1.5	0.720
Peso final (Kg)	21.9	23.1	23.0	20.6	1.7	0.720
GTP (Kg)	2.0	3.0	2.8	2.5	0.7	0.768
GDP (g)	70.5	108.3	99.1	89.7	24.9	0.768
CMS SAR (g)	245.6b	288.9a	282.5a	260.8ab	8.0	<0.001
CMS EC (g)	368.4b	432.6a	423.5a	322.1b	13.8	<0.001
CMS Bc (g)	27.2b	32.0a	31.3a	29.0ab	0.9	<0.001
CMS/D (g)	641.2b	753.5a	737.3a	611.8b	22.1	<0.001
CMS/D (%)	3.2b	3.7a	3.7ab	3.3b	0.001	<0.001
Consumo g MS/kg PV ^{0.75}	67.8b	79.1a	77.2a	68.2b	2.07	<0.001
CA	9.1	7.1	8.6	12.4	9.0	0.583
EA	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.870
Relación SAR:Ec	38:62	38:62	38:62	43:57		

a, b distintas literales en filas muestran diferencia estadística, prueba de Tukey (P<0.05)
 GTP= total de peso, GDP=Ganancia diaria de peso, CMS=Consumo de materia seca,
 CMS/D=Consumo de materia seca por día, CMS/PV^{0.75} =Consumo de materia seca por
 peso metabólico, CA=Conversión alimenticia, EA=Eficiencia alimenticia, Ec=Ensilado de
 caña. EEM=Error estándar de la media; P=significancia estadística.

7.5. Digestibilidad *in vivo*

Existe una diferencia significativa en la digestibilidad entre los tratamientos. El mejor porcentaje de digestibilidad se presentó en el tratamiento con el 30% de inclusión de LhRc, mientras que el SAR con menor digestibilidad fue aquel con un 0% de inclusión de LhRc. Se puede observar que la digestibilidad aumenta conforme aumenta el porcentaje de inclusión de LhRc, sin embargo, al incluirla en un 45% de inclusión, la digestibilidad es semejante a 30% de inclusión.

Tabla 13: Porcentaje de digestibilidad de los tratamientos con diferentes niveles de inclusión de lámina hoja de *Ricinus communis* (LhRc)

TRATAMIENTO	Digestibilidad (%)
0%	42.6c
15%	45.4bc
30%	55.8 ^a
45%	52.6ab
EEM	1.9
P	<0.001

7.6. Intoxicaciones

No se encontraron casos de intoxicación causados por la inclusión y consumo de la LhRc. Durante la experimentación se presentaron dos casos clínicos, uno de urolitiasis y otro de acidosis láctica ruminal en ovinos de distintos tratamientos los cuales están descritos en el anexo 1 y 2, sin embargo, estos casos no se relacionan a procesos de intoxicación por *Ricinus communis*.

8. DISCUSIÓN

8.1. Composición de los suplementos activadores del rumen y su análisis químico junto con ensilado de caña.

En el presente ensayo se emplearon diferentes niveles de inclusión de LhRc, adicionado con otros recursos locales, como lo son Cc y Ec. Al respecto, existe una similitud con el trabajo de De Lourdes y Palma (2018) quien utilizó Ec y Cc como ingredientes para la realización de un SAR. En este contexto, al hacer una propuesta con inclusión de LhRc, la convierte en un trabajo original y diferente a otros SAR desarrollados en la literatura, como la propuesta de Del Viento y Palma (2015) quienes utilizaron la inclusión del banano verde como recurso local en sustitución a la melaza o lo indicado por Galindo *et al* (2017), quienes realizaron una propuesta de ingredientes convencionales para la realización de un SAR en donde emplearon como restrictor de consumo la cal asociada a la melaza. Éste último SAR tiene como desventaja que cuenta con un alto porcentaje de inclusión de melaza, el cual es un producto que llega a escasear y económicamente se encarece, contrario a la presente propuesta en donde el uso de frutos de especies tropicales sustituye cal y melaza que llegan a incluirse en cantidades mínimas, el primero como funciona como restrictor y el segundo como fuente de azúcares.

Por otro lado, existen autores como Peralta *et al*, 2004 quien utilizó Ec con el objetivo de sustituir el uso de pasta de soya y maíz como fuente proteica, asimismo, Piñeiro *et al*. (2013) utiliza Ec, sin embargo, la incorporación del fruto se incluye como un ingrediente dentro de una dieta integral diferente al presente enfoque que lo incorpora en un suplemento.

8.2. Comportamiento de consumo

El comportamiento de consumo en esta investigación coincide con lo observado por Del Viento y Palma (2015), implementar suplementos de lento consumo y que se apoyan en el uso de los forrajes tropicales.

En este sentido, el uso de frutos de especies arbóreas tropicales ricas en metabolitos secundarios como es el caso de *Ec* abundante en saponinas (Pizzani *et al.*, 2006) y *Cc* con taninos (González *et al.*, 2006), permitió desarrollar una nueva estrategia de suplementación parecida a la propuesta por De Lourdes y Palma (2018) por el uso de frutos tropicales, pero la originalidad del trabajo es el incorporar un forraje local de origen proteico-energético como las hojas de *R. comunis* en diferentes niveles de inclusión. El tratamiento que mostró tener una mayor restricción en el consumo fue el que contenía 45% de inclusión de LhRc. Este enfoque significó un efecto sinérgico entre los frutos de las especies tropicales y la LhRc para la restricción de consumo, puesto que este tipo de suplemento incorporó en su composición hasta el 80% con estos tres elementos.

El consumo del ensilado de caña, a pesar de la restricción del consumo del suplemento, no se afectó. En este sentido, Soto (2008) afirma que al ofrecer alimentos de baja calidad, con alto contenido de fibra y deficiencia proteica, se presentan consumos de alimento bajos, sin embargo, al complementar este tipo de dietas con suplementos, existe un aumento en la disponibilidad de N por parte de los microorganismos, estimulan así la actividad ruminal, lo que incrementa la velocidad de digestión del forraje y el vaciado ruminal, por lo tanto, se favorece el consumo del forraje de baja calidad, fenómeno que se logró en el presente trabajo,

en ambas estrategias de alimentación, aunque solo en la primera se obtuvo una respuesta productiva favorable, asociada a este mejor consumo con la inclusión de los tratamientos de 15 y 39% de LhRc.

Otro aspecto evidente es la significancia en la selectividad por el ensilado de caña, mediada por el tamaño de partícula del forraje. La calidad del forraje utilizado fue pobre debido a un mal manejo de origen, desde el proceso de ensilado. Desafortunadamente, éste es un alimento que puede sufrir diversos problemas durante su proceso de producción ya que hay diversos factores como los efluentes, de temperatura, o incluso el deterioro aeróbico que influyen negativamente en la calidad del silo (Martínez *et al.*, 2014), o bien, durante su almacenaje. Batello *et al.* (2000), ha reportado que para el caso específico del trópico existen materiales específicos para sellar el silo, aunque de no realizarse adecuadamente la pérdida del producto se puede presentar. Sin embargo, al haber realizado el trabajo durante la temporada de secas en el trópico, la disponibilidad del forraje era escasa, razón por la que no se pudo modificar éste alimento que se administró como dieta base. Gekara (2005), determinó que el manejo y tamaño de forraje son variables determinantemente influyentes en su consumo, por lo que, al ser factores que contribuyen a variaciones, se resolvió a través del secado y picado del ensilado de caña, lo que favoreció en el consumo más homogéneo en los ovinos.

El efecto observado en la preferencia por el tamaño de partícula se puede explicar gracias a la descripción de Galindo *et al.* (2017) donde manifiesta que los suplementos activadores ruminales son productos capaces de manipular los procesos fermentativos del rumen, es decir, activar la función ruminal. Por lo tanto,

los ovinos tienen la habilidad de consumir partículas de mayor tamaño al ingerir un suplemento activador ruminal con inclusión de LhRc, a diferencia de aquel suplemento constituido con materias primas convencionales, principalmente granos.

8.3. Dinámica de consumo

Se detectó la existencia de una estimulación directamente proporcional entre el manejo, administración y consumo de alimento por parte de los ovinos, reflejado en una diferencia en la velocidad de consumo de SAR entre los tratamientos, similar a lo observado por Gekara *et al.* (2005) quien, al restringir la administración de alimento por la noche, causó un efecto de ingesta acelerada y de forma sustancial por la mañana, tornándose en la ración fundamental del día. Este mismo efecto se observó durante las horas evaluadas en el día, en donde, la estimulación por administración de alimento, ocasionó diferentes picos de consumo durante el día. Ninguno de estos superó la cantidad de gramos consumidos en la primera hora de evaluación.

La preferencia entre los suplementos se inclinó por los tratamientos que contenían 15 y 30% de LhRc, con comportamiento menor para 0 y 45% según la estrategia utilizada. No obstante, al hacer el cambio de presentación del alimento (ensilado de caña molido mezclado con SAR) se observó en los resultados que el SAR de menor consumo fue aquel que no contenía 45% LhRc. Lo anterior resulta similar a lo que estudió Fernández (2012), quien ofreció suplementos con y sin taninos a dos grupos de carneros. El grupo que consumió una dieta baja en proteína mostró preferencia por el suplemento con taninos sobre aquel sin taninos. Aunque en la literatura no se

encontró la cantidad precisa de taninos con la que cuenta *Rc*, reportes como los de Maldonado y Morales (2022) y González (2019) demuestran la presencia de este metabolito secundario en la planta. Una de las explicaciones a la restricción de consumo en el tratamiento con el 45% de inclusión, fue un efecto aditivo adverso, dado que se incrementó el efecto astringente debido a la suma de taninos contenidos tanto en el cascalote, como en la higuera (Márquez y Suárez, 2008; Palma e Islas, 2018). Otro hecho que también vale la pena recalcar, es el deterioro que fue sufriendo la calidad del ensilado de caña. Tal y como mencionan Lagos y Castro (2019), la mayor limitante en el ensilado de caña es el control del tipo de fermentación que se lleva a cabo debido a su alta concentración de azúcares, lo cual influye en su consumo. Cabe destacar que este recurso forrajero es uno de los más influyentes en el trópico, y al haber realizado la experimentación durante el periodo de sequía, no existen alternativas para la selección de un forraje de mejor calidad. Esta es una de las problemáticas a las que se enfrentan los productores. Lo anterior, llevó a tomar la decisión de hacer una mezcla de SAR y ensilado de caña durante la segunda estrategia alimenticia, dado que a pesar de suministrar una relación 60:40 de ensilado y suplemento, los consumos en gramos entre ellos eran muy similares, hecho que cambió al momento de mezclarlos volviendo los consumos de alimento más equitativos.

8.4. Comportamiento productivo

Durante el periodo de adaptación se registró la pérdida de peso en todos los ovinos sujetos a experimentación, al existir una descompensación en el consumo de alimento en particular de la caña de azúcar, donde los ovinos consumieron el SAR

y hubo un déficit de forraje ofertado. Por lo tanto, en el trópico seco con un periodo de estiaje que dura un periodo de 8 meses, una estrategia para resolver la falta de biomasa forrajera, es disponer de forrajes tolerantes a la sequía como el caso de la caña de azúcar y estrategias tecnológicas para la conservación de forrajes como es el proceso de ensilaje. Sin embargo, aunque se utilice un suplemento que favorezca la utilización de los forrajes, de no cubrirse los requerimientos de materia seca, la pérdida de peso es común en estas condiciones (Palma y Martín, 2021).

Por consiguiente, cuando existe una restricción alimenticia, posterior a ellos se mejoran las condiciones nutricionales por lo que existe un crecimiento compensatorio observado en la primera etapa, al respecto Molina *et al.* (2007), define el crecimiento compensatorio como el rápido incremento en la tasa de crecimiento que sufren los animales al consumir una dieta que cumpla en forma adecuada a sus requerimientos después de una restricción nutricional. Éste mismo efecto se observó en los resultados significativos de las variables de ganancia de peso en la primera estrategia alimenticia, donde, tras una pérdida de peso derivado de un desequilibrio en el aporte nutricional se presentó un crecimiento acelerado. Efecto que no se observó durante la segunda estrategia alimenticia. Existiendo una diferencia de 92.5 g con el tratamiento con el 0% de inclusión de LhRc, de 80.6 g con el tratamiento con el 15% de inclusión de LhRc, de 20.4 g con el tratamiento con el 30% de inclusión de LhRc entre la primera y la segunda estrategia. Sin embargo, con el tratamiento de 45% de inclusión de LhRc, existió una diferencia de 12.2 g de la segunda estrategia sobre la primera.

Asimismo, durante la segunda estrategia alimenticia, no se presentó un crecimiento compensatorio, caso contrario a lo descrito por Mahyuddin (2004), ya que él

menciona que cuando existe una restricción de nutrientes con pérdida de peso en el ganado ovino, el crecimiento compensatorio se puede observar durante los siguientes 10 a 12 meses, efecto no observado en esta experimentación.

Por otro lado, las variaciones de consumo que se presentaron en las tres etapas experimentales, puede explicarse a través de lo explicado por Costes *et al.* (2018), quien realizó un experimento en donde ofreció taninos a manera de pellets. Aunque el objetivo de este trabajo se enfocó en la acción desparasitante de los taninos, al analizar la preferencia de consumo, observó que la significancia y aumento de consumo en los pellets con taninos se dio cuando los ovinos fueron expuestos a parásitos. Éste hecho se puede explicar con la teoría de que los rumiantes basan su consumo de alimento en los nutrientes que requieren.

Lo anterior explica el comportamiento de consumo en las diferentes etapas. Al comenzar la adaptación, los ovinos tenían un estado nutricional ideal, esto hizo que consumieron el alimento de acuerdo a su gustosidad. Posteriormente, al presentar una deficiencia nutricional, se inclinaron por los suplementos con LhRc entre el 15 y 30% de inclusión, ya que, como fue descrito por Palma (2018), al incrementar la inclusión al 45% de LhRc se presentaron alteraciones de consumo y fisiológicas como la presencia de diarreas mecánicas. Por último, durante la segunda estrategia, se presentó diferencia entre los consumos de 0 y 45% de inclusión en donde la preferencia se inclinó por aquellos suplementos con niveles moderados de LhRc, que además fueron aquellos que cumplieron con los requerimientos nutricionales de los ovinos, aunque esto no se reflejó en la ganancia de peso.

Finalmente cabe recalcar que trabajos como los de Klee *et al.* (2000), y Crespo (2007) demuestran que existe una selectividad por parte de los ovinos en los

alimentos, ya sea por preferencias de gustocidad o nutricionales. En este caso, los ovinos tuvieron una selectividad variable por el SAR durante las diferentes etapas del trabajo. Este hecho, junto con el deterioro con la calidad del ensilado de caña, fueron hechos determinantes que marcaron el comportamiento productivo en los ovinos, así como el fenómeno de acidosis láctica ruminal que se presentó de manera muy particular en un ovino que consumió mayor cantidad de suplemento que ensilado de caña.

8.5. Digestibilidad

El coeficiente de digestibilidad, como lo plantea Puerta (2017), es una forma de medir la absorción de un nutriente y por lo tanto su aprovechamiento por parte del animal. Con lo anterior se puede afirmar que el suplemento con menor aprovechamiento fueron aquellos que contenían el 0 y 15% de inclusión de LhRc, con los menores porcentajes de digestibilidad, y con el mejor valor aquel tratamiento con el 30% de LhRc que es similar estadísticamente con la inclusión del 45%. Esto se puede explicar por la mayor inclusión de LhRc en estos tratamientos, dado que la digestibilidad de este forraje no convencional cuenta con 93 a 96% de degradabilidad ruminal (Ramírez *et al.*, 2017). Esto resulta similar a lo observado por Zamora *et al.* (2018), quienes determinaron que la inclusión de LhRc puede llegar al 30% de inclusión de la ración total sin ocasionar efectos adversos sobre el comportamiento productivo de ovinos.

Actualmente no existe en la literatura alguna investigación que sustente los resultados de digestibilidad obtenidos en esta experimentación, ya que ningún suplemento tiene un contenido similar al que se realizó. Existen trabajos que

incluyen alguno de los recursos locales utilizados en los suplementos (*Rc*, *Cc* y *Ec*) por separado, tales como el de Zamora *et al.* (2020), sin embargo, en este trabajo no se determinó la digestibilidad. Por otra parte, De Lourdes (2019) utilizó *Ec* y *Cc* en un SAR, para evaluar preferencia y consumo de estas harinas, pero tampoco se cuantificó la digestibilidad.

8.6. Intoxicaciones

En el contexto de posible intoxicación por el empleo de LhRc, diferentes autores indican que no existe este problema cuando se utiliza este forraje no convencional, por ejemplo, Ramírez *et al* (2018) no detectó ningún signo de intoxicación al incluir LhRc dentro de una dieta integral, asimismo Palma (2018), observó que al incluir la LhRc en un 45% se puede llegar a presentar diarreas mecánicas, pero no observó ningún cuadro de intoxicación fatal.

En cuanto a la presentación de urolitiasis ovina, Carrillo *et al* (2015) afirmaron que las principales causas de presentación de urolitiasis, son desequilibrios minerales, ingesta de concentrados y castración. Cabe mencionar que la dieta que los ovinos consumieron antes del SAR se basó en concentrado, además que la presentación de los signos clínicos comenzó en el día cinco de adaptación. Después de la aplicación del tratamiento no presentó ningún signo sugerente de una nueva formación de cálculos renales sino hasta que terminó el experimento y el ovino volvió a consumir una dieta basada en concentrado. Se volvió a aplicar tratamiento, pero finalmente el borrego falleció. El productor de la granja afirma que la presentación de estos casos se da en el 1% de su población ovina.

Por otro lado, Jaramillo *et al.* (2017), enlista factores que influyen en la presentación de acidosis láctica ruminal, tales como la relación forraje y concentrado, el tamaño de la partícula del forraje, el contenido de fibra y degradación del grano de cereal en el rumen. El ovino que presentó acidosis, consumió el tratamiento con el 15% de inclusión de LhRc, que perteneció al grupo de animales que rechazó partículas grandes de forraje, es conocido que este tipo de partículas favorece el proceso de la rumia y evita el descenso del pH ruminal. Ello favoreció un incremento en la relación SAR:forraje (53:47%), con lo cual se favoreció el consumo de nutrientes altamente digestibles como los azúcares disponibles en este tipo de alimentos. Así mismo, existe un proceso de susceptibilidad individual como en el presente caso, que a pesar de tener restrictores en el suplemento, no se logró el consumo restringido y que asociado al tamaño de partícula de forraje manifestó esta patología.

9. CONCLUSIONES

1. La restricción forrajera a pesar de la disponibilidad de un SAR, induce a la pérdida de peso.
2. Los efectos productivos y nutricionales de un SAR con LhRc fueron mejores cuando se incluyeron 15 o 30% de LhRc.
3. La inclusión de 45% de LhRc en el SAR limita el consumo de alimento y el comportamiento productivo.

10. Anexo 1.

Caso clínico no. 1: Urolitiasis.

1. DATOS DEL ANIMAL Y PROPIETARIO

FECHA: 21 marzo 2021 **No. CASO:** 1 **PROPIETARIO:** Fernando Orozco

DOMICILIO: Rancho el Bajío, coordenadas 19° 18'06.0 de latitud norte y 103°45'10.9 de longitud oeste, Comala, Colima.

ESPECIE Y RAZA: Ovino; Cruza Kathadin y Pelibuey **TAMAÑO DEL REBAÑO:** 120 animales

SEXO: Macho **EDAD:** Mayor a 2 meses **No. ANIMALES ENFERMOS:** 1

PESO: 13 Kg **COLOR:** Blanco con café **FIN ZOOTÉCNICO:** Producción de carne

IDENTIFICACIÓN: IV.1

2. EXAMEN FÍSICO

II.1 Exploración general

ACTITUD: Posición encorvada

ASPECTO CLÍNICO: Enfermo

COMPORTAMIENTO: Depresión

CONDICIÓN CORPORAL (0-5): 2.5

Constantes fisiológicas

T°: 39.5

FC: 115/min

FR: 60/min

MOVIMIENTOS RUMINALES: 1/ 2 min

DETERMINACIÓN DE NORMALIDAD: Anormal

2.2 Exploración especial (aparatos y sistemas)

a. **Sistema tegumentario capa, piel, mucosas, faneras:** Normal

b. **Sistema linfático linfonodos:** Normal

c. **Sistema circulatorio:** Normal

d. **Aparato respiratorio:** Normal

e. **Aparato digestivo:** Normal

f. **Aparato urinario:** Anormal

g. **Aparato reproductor:** Anormal

h. **Aparato locomotor:** Normal

i. **Sistema nervioso:** Normal

j. **Órganos de los sentidos ojo y oído:** Normal

3. **Aparatos o sistemas afectados (Coloca las letras correspondientes):** fy g

4. **Descripción de hallazgos:**

El paciente se encuentra parado en cuadripedestación, con una postura encorvada, no responde inmediatamente al estímulo por alimento tampoco manifiesta el reflejo de huida cuando hay personas cerca de él. Intenta echarse, pero esta acción se le complica por la presencia de dolor, evidenciado también por rechinar los dientes constantemente.

Al hacer la exploración del aparato reproductor, se encuentran petequias en la cabeza del pene. Por otro lado, se observa que la micción la realiza por goteo, al desenvainar el prepucio se observa una gota de sangre en la orina. El animal se patea el abdomen constantemente con los miembros posteriores.

5. EXÁMENES DE LABORATORIO SOLICITADOS: Ninguno

6. ESPECIFICAR LA PRUEBA SOLICITADA: Ninguna

7. DIAGNÓSTICO(S) CLÍNICO(S) PRESUNTIVO(S) Y PRONÓSTICO: Urolitiasis; desfavorable

8. DIAGNÓSTICOS DIFERENCIALES: Balanopostitis

9. TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO:

- a) Producto comercial: Urolix
Principio activo: Furosemida
Vía de administración: IM
Frecuencia: Cada 24 horas
Dosis en mg: 32.5 mg
Dosis en ml: 0.65 ml
Costo total del tratamiento por animal: \$16.25
- b) Producto comercial: Enroxil 10%
Principio activo: Enrofloxacin
Vía de administración: IM
Frecuencia: Cada 24 horas
Dosis en mg: 48.7 mg
Dosis en ml: 0.5 ml
Costo total del tratamiento por animal: \$5.21
- c) Producto comercial: Vetalgina
Principio activo: Metamizol sódico
Vía de administración: IM
Frecuencia: Cada 24 horas
Dosis en mg: 2500 mg
Dosis en ml: 5 ml
Costo total del tratamiento por animal: \$155.75

10. TRATAMIENTO NO FARMACOLÓGICO: Administración de NaCl en agua, 30 mg de NaCl en 1000 ml de H₂O.

11. RESULTADOS, OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

Como se presenta en la tabla 11, el ovino IV.1 presentó un comportamiento de consumo irregular al ir disminuyendo la ingesta de SAR en gramos de manera súbita. Ésta dinámica de consumo se mantuvo durante 10 días. La signología comenzó a presentarse el día 17 de marzo, sin embargo los signos específicos comenzaron a partir del 18 de marzo. Ese mismo día comenzó la aplicación de tratamiento. La aplicación de la furosemida tuvo una duración de 3 días, 5 días la enrofloxacin y 7 días el metamizol sódico.

Al tercer día de tratamiento, la micción comenzó a ser más fluida, el sangrado había cesado por completo, así como la inflamación de la cabeza del pene. La postura que mantenía el ovino estaba más cercana a la posición natural. El rechinar con los dientes era persistente, así como el dolor abdominal. Al séptimo día del tratamiento, el dolor había desaparecido casi por completo, pero aún había fluctuaciones en la dinámica de consumo de alimento.

El promedio de rechazo de SAR durante este periodo fue de \bar{x} 92.1%, mientras que el del ensilado de caña fue de \bar{x} 42.1%.

12. DIAGNÓSTICO DEFINITIVO: Urolitiasis

Tabla 14: Porcentaje de rechazo de SAR y ensilado de caña del 17 al 27 de marzo del 2021.

FECHA	% DE RECHAZO.	
	SAR	Ensilado de caña
17/03/21	53.5	43.8
18/03/21	90.9	38.0
19/03/21	98.9	18.3
20/03/21	96.3	0.0
21/03/21	96.3	44.6
22/03/21	98.4	49.1
23/03/21	68.9	0.0
24/03/21	94.5	67.3
25/03/21	94.5	64.1
26/03/21	91.7	96.2
27/03/21	25.0	10.0

11. Anexo 2.

Caso clínico No. 2: Acidosis láctica ruminal.

13. DATOS DEL ANIMAL Y PROPIETARIO

FECHA: 28 marzo 2021 **No. CASO:** 2 **PROPIETARIO:** Fernando Orozco
DOMICILIO: Rancho el Bajío, coordenadas 19° 18'06.0 de latitud norte y 103°45'10.9 de longitud oeste, Comala, Colima.
ESPECIE Y RAZA: Ovino; Cruza Kathadin y Pelibuey **TAMAÑO DEL REBAÑO:** 120 animales
SEXO: Macho **EDAD:** Mayor a 2 meses **No. ANIMALES ENFERMOS:** 1
PESO: 16.13 Kg **COLOR:** Blanco **FIN ZOOTÉCNICO:** Producción de carne

IDENTIFICACIÓN: II.2

14. EXAMEN FÍSICO

2.1 Exploración general

ACTITUD: Posición encorvada **ASPECTO CLÍNICO:** Enfermo
COMPORTAMIENTO: Inquieto **CONDICIÓN CORPORAL (0-5):** 3.0

Constantes fisiológicas

T°: 39.5 **FC:** 120/min **FR:** 65/min

MOVIMIENTOS RUMINALES: 0/ 2 min

DETERMINACIÓN DE NORMALIDAD: Anormal

2.2 Exploración especial (aparatos y sistemas)

- a. **Sistema tegumentario capa, piel, mucosas, faneras:** Normal
- b. **Sistema linfático linfonodos:** Normal
- c. **Sistema circulatorio:** Normal
- d. **Aparato respiratorio:** Normal
- e. **Aparato digestivo:** Anormal
- f. **Aparato urinario:** Normal
- g. **Aparato reproductor:** Normal
- h. **Aparato locomotor:** Normal
- i. **Sistema nervioso:** Normal
- j. **Órganos de los sentidos ojo y oído:** Normal

15. **Aparatos o sistemas afectados (Coloca las letras correspondientes):** e

16. **Descripción de hallazgos:**

El día 28 de marzo del 2021, a las 8:00 horas se administró la primera ración de alimento a cada uno de los ovinos de la investigación. El borrego con identificación II.2, consumió parte de la ración del alimento, y a las 9:00 horas, se detectó un comportamiento inusual. Su actitud era en cuadripedestación, con los cuatro miembros hiperextendidos hacia los costados. Presentó un comportamiento de inquietud, temores a nivel mandibular con ligera salivación e incapacidad de echarse, junto con una incoordinación leve.

A la percusión se detectó la presencia de un sonido de tintineo a nivel abdominal, así como la ausencia de movimientos ruminales, y distensión abdominal izquierda que fue aumentando de manera progresiva.

- 2) **EXÁMENES DE LABORATORIO SOLICITADOS:** Ninguno
- 3) **ESPECIFICAR LA PRUEBA SOLICITADA:** Ninguna
- 4) **DIAGNÓSTICO(S) CLÍNICO(S) PRESUNTIVO(S) Y PRONÓSTICO:** Acidosis láctica ruminal; desfavorable
- 5) **DIAGNÓSTICOS DIFERENCIALES:** Timpanismo
- 6) **TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO:**
 - c) Producto comercial: Timpakaps
Principio activo: Alcanfor, Ácido salicílico, Mentol, Aceite de eucalipto, Oleorresina de cápsico, Oleorresina de jengibre, Aceite de casia, Aceite de clavo, Aceite de trementina.
Vía de administración: Oral
Frecuencia: Única
Dosis en ml: 15 ml en 500 ml de agua
Costo total del tratamiento por animal: \$13.00
- 7) **TRATAMIENTO NO FARMACOLÓGICO:** Administración de bicarbonato de sodio, 7g diluídos en 250 ml de H₂O.

Sondeo oro-ruminal y perforación de fosa paralumbar.

8) **RESULTADOS, OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:**

El cuadro se presentó de manera aguda, teniendo una duración total de 4 horas antes de la defunción del ovino. Al inicio del episodio, la distensión abdominal no fue evidente.

Se tomó la decisión de realizar un sondeo esofágico para llegar al rumen, sin embargo, la manguera con la que se disponía en ese momento no era del calibre adecuado para el ovino. Por lo tanto, se comenzó a administrar bicarbonato de sodio y timpakap por vía oral mientras se conseguía una manguera del calibre adecuado. Durante este manejo, el ovino defecó tres veces. La primera evacuación fue de consistencia normal, aunque compacta. La siguiente tuvo una consistencia viscosa y coloración marrón, la última que realizó fue de consistencia líquida, coloración marrón y fétida. Una vez transcurrido las primeras dos horas el ovino presentó

síndrome vestibular, no podía mantenerse de pie, y su salivación era abundante. Fue hasta este momento que se logró colocar la sonda orogástrica.

Posterior a esto la respiración del ovino comenzó a comprometerse, lo cual, complicó el pronóstico del ovino. Se recurrió a realizar una perforación a nivel de la fosa paralumbar, para intentar liberar el gas dentro del rumen y contribuir en el restablecimiento del ovino, sin embargo, no se obtuvieron resultados positivos ya que se liberó una cantidad mínima de gas. Finalmente, el ovino falleció a las cuatro horas de presentado el cuadro. Se realizó necropsia (Anexo 3).

9) DIAGNÓSTICO DEFINITIVO:

Acidosis láctica ruminal.

Tabla 15: Consumo de SAR y ensilado de caña.

Fecha	Consumo SAR	Consumo ensilado	Relación SAR:Ec
21/03/21	187.2	164.64	53:47
22/03/21	128.7	135.12	49:51
23/03/21	171.9	189.12	48:52
24/03/21	171.9	128.64	57:43
25/03/21	191.7	238.08	45:55
26/03/21	191.7	216.48	47:53
27/03/21	268.2	193.2	58:42
28/03/21	268.2	140.4	66:34

12. Anexo 3

El reporte de necropsias se describe según el protocolo de necropsias reportado en el Manual de técnicas de necropsia patología general de Moreno, 2006.

PROTOCOLO DE NECROPSIAS

1. RESEÑA

Fecha: 28 de marzo del 2021

Hora: 15:00 horas

No. de diagnóstico: 1

Identificación del animal: II.2

Especie: Ovino

Raza: Cruza de Katahdin y Pelibuey

Sexo: Macho

Peso: 16.13

2. Inspección externa

Condición corporal: 3.0

Hidratación: SCPA

Capa y piel: SCPA

Mucosas: SCPA

Orejas: SCPA

Ojos: SCPA

Nariz: SCPA

Hocico: SCPA

Prepucio: SCPA

Ano: SCPA

3. INCISIÓN PRIMARIA

No se encontraron cambios patológicos aparentes en el tejido subcutáneo, ni linfonodos. Se hace una revaloración de la condición corporal, graduándola en 2.0.

4. INCISIÓN SECUNDARIA

La cavidad bucal contenía salivación abundante con una coloración rojiza, los órganos de la cavidad torácica se encuentran en su posición normal. Los órganos de la cavidad abdominal se encuentran desplazados por el dramático aumento de tamaño del rumen. El líquido contenido en la cavidad era escaso y de tonalidad rosa palo de consistencia líquida.

5. APARATOS Y SISTEMAS

La inspección se centró en el aparato digestivo, por lo que fue el único al que se realizó una inspección exhaustiva. El resto fueron revisados por su aspecto morfológico superficial.

a. Aparato respiratorio: Se encontraron abultamientos difusos en los distintos lóbulos pulmonares. La tráquea contenía un líquido de color marrón, con zonas rojas, su consistencia era poco viscosa, con olor de fermentación fétida, sin embargo, este líquido no era abundante ya que estaba sondeado. No se tomó muestra para laboratorio.

b. Aparato circulatorio: El pericardio tenía una coloración pálida, el miocardio y el bazo no presentan cambios patológicos aparentes.

c. Aparato digestivo: El rumen destacaba en la cavidad abdominal por su aumento de tamaño, el omaso tenía un aspecto redondeado y de consistencia firme, los omentos tienen una coloración pálida y se encuentran envolviendo al rumen. Al incidir el rumen, se encontró un material sólido (alimento) de 1 a 2 cm de tamaño y abundante líquido ruminal, de coloración café, asimismo, el omaso también contenía alimento de presentación compacta saturando el órgano por completo. No se encuentran cambios patológicos aparentes en el hígado ni en el páncreas.

d. Aparato urinario: No se encuentran cambios patológicos importantes.

e. Aparato genital: No se encuentran cambios patológicos importantes.

f. Sistema nervioso: No se encuentran cambios patológicos importantes.

g. Sistema músculo esquelético: No se encuentran cambios patológicos importantes.

6. DIAGNÓSTICO DEFINITIVO: Acidosis láctica ruminal.

13. REFERENCIAS

Albores-Moreno, S., Alayón-Gamboa, J. A., Ayala-Burgos, A. J., Solorio-Sánchez, F. J., Aguilar-Pérez, C. F., Olivera-Castillo, L., & Ku-Vera, J. C. (2017). Effects of feeding ground pods of *Enterolobium cyclocarpum* Jacq. Griseb on dry matter intake, rumen fermentation, and enteric methane production by Pelibuey sheep fed tropical grass. *Tropical animal health and production*, *49*, 857-866.

Akande, T. O., Odunsi, A. A., & Akinfala, E. O. (2016). A review of nutritional and toxicological implications of castor bean (*Ricinus communis* L.) meal in animal feeding systems. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, *100*(2), 201-210.

Ascanio, G. D., Elías, A., Flores, A. J., Rodríguez, R., & Herrera, F. (2016). Efecto de la suplementación con un activador proteico ruminal en la ganancia de peso de novillos alimentados con paja de arroz. *Cuban Journal of Agricultural Science*, *50*(2), 215-224.

Barragán, R. J. M., Ruiz, V. A., & Lechuga, A. C. (2017). Cephalic and caudal morphology of Pelibuey, Katahdin and Blackbelly rams in Colima, México. *Veterinaria México*, *3*(3), 1-9.

Batello, C., Reynolds, S., Shelton, M., Speedy, A., & Osorio, H. (2000). Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos.

Bianchi, M. V., Vargas, T. P., Leite Filho, R. V., Guimarães, L. L. B., Heck, L. C., Pavarini, S. P., & Driemeier, D. (2018). Intoxicação espontânea por *Ricinus*

communis em ovinos. *Acta scientiae veterinariae. Porto Alegre, RS. Vol. 46, supl. 1 (2018), Pub. 294, 4 p.*

Bone, G. A. M., Laiño, A. R. S., Chica, M. A. M., Bone, C. J. M., Suescum, N. G. F., Cevallos, J. H. A., ... & Delfini, G. A. L. (2012). Digestibilidad in vivo de forrajeras arbustivas tropicales para la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus* Linnaeus), en el litoral ecuatoriano. *Revista Veterinaria y Zootecnia (On Line)*, 6(2), 8-16.

Brito, L. B., Riet-Correa, F., Almeida, V. M., Silva, G. B., Chaves, H. A., Braga, T. C.,... & Mendonça, F. S. (2019). Spontaneous poisoning by *Ricinus communis* leaves (Euphorbiaceae) in goats. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 39, 123-128.

Carrillo-Díaz, F., Salgado-Moreno, S., Escalera-Valente, F., Carmona-Gasca, C., Peña-Parra, B., & Macías-Coronel, H. (2015). Urolitiasis en ovinos. *Abanico veterinario*, 5(3), 49-57. Del Curto, T., Hess, B. W., Huston, J. E., & Olson, K. C. (2000). Optimum supplementation strategies for beef cattle consuming low-quality roughages. *J. Anim. Sci*, 77, 1-16.

Chay-Canul, A. J., García-Herrera, R. A., Magaña-Monforte, J. G., Macias-Cruz, U., & Luna-Palomera, C. (2019). Productividad de ovejas Pelibuey y Katahdin en el trópico húmedo. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 6(16), 159-165.

Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar, 21 de mayo de 2020, *La caña de azúcar como alimento para el ganado vacuno*, [La caña de azúcar como alimento para el ganado vacuno | Comité Nacional para el](#)

Costes-Thiré, M., Villalba, J. J., Hoste, H., & Ginane, C. (2018). Increased intake and preference for tannin-rich sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) pellets by both parasitized and non-parasitized lambs after a period of conditioning. *Applied Animal Behaviour Science*, 203, 11-18.

Crespo-Crespo, M. (2007). *Características agronómicas, composición química y selectividad ingestiva por ganado ovino de tres leguminosas arbustivas: Cratylia argentea (Desv.) Kuntze, Calliandra calothyrsus Meisn. y Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit* (Doctoral dissertation).

Díaz, A., Martín, P. C., Castillo, E., & Hernández, J. L. (2008). Fattening of Zebu bulls with rumen activator supplement in silvopastoral system of leucaena and natural pasture. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 42(2), 155-157.

Enríquez, QJF, M. N., Bolaños, A. E. D., & Esqueda, E. V. A. (2011). Producción y manejo de forrajes tropicales. *Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental La posta. INIFAP-SAGARPA. Medellín de Bravo, Ver.*

Espejel-García, A., Barrera-Rodríguez, A. I., Rodríguez-Moreno, A., & de Lourdes Santiago-Vargas, M. (2015). Caracterización de los productores y dinámica de adopción de innovación en el municipio de Villa Victoria, Estado de México. *Ra Ximhai*, 11(5), 17-34.

Estrada, Á. J., Aranda, I. E. M., Pichard, D. G., y Henao Uribe, F. J. (2013). Ensilaje de caña de azúcar integral enriquecido con porcinoza fresca. *Orinoquia*, 17(1), 38–49.

European Food Safety Authority (EFSA). (2008). Ricin (from *Ricinus communis*) as undesirable substances in animal feed-Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. *EFSA Journal*, 6(9), 726.

Febles, G., Ruiz, T. E., & Baños, R. (2009). Efecto del clima en la producción de semillas de pastos tropicales de gramíneas. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 43(2), 105-112.

Fernández, H. T., Catanese, F., Puthod, G., Distel, R. A., & Villalba, J. J. (2012). Depression of rumen ammonia and blood urea by quebracho tannin-containing supplements fed after high-nitrogen diets with no evidence of self-regulation of tannin intake by sheep. *Small Ruminant Research*, 105(1-3), 126-134.

Ganzábal, A. (2014). Guía práctica de producción ovina en pequeña escala en Iberoamérica.

Galindo, J., Elías, A., Muñoz, E., Marrero, Y., González, N., & Sosa, A. (2017). Activadores ruminales, aspectos generales y sus ventajas en la alimentación de animales rumiantes. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 51(1), 11-23.

Gekara, O. J., Prigge, E. C., Bryan, W. B., Nestor, E. L., & Seidel, G. (2005). Influence of sward height, daily timing of concentrate supplementation, and restricted time for grazing on forage utilization by lactating beef cows. *Journal of Animal Science*, 83(6), 1435-1444.

Giraud, C. G. (2011). Suplementación de ovinos y caprinos. *INTA EEA Bariloche, Argentina*. 53p.

Gonzalez, E., Dávalos, J., (2018). Estado del arte sobre investigación e innovación tecnológica en ganadería bovina tropical, Libro técnico, 2º Edición, REDGATRO CONACyT.

González-Gómez, J. C., Ayala-Burgos, A., & Gutiérrez-Vázquez, E. (2006). Determinación de fenoles totales y taninos condensados en especies arbóreas con potencial forrajero de la Región de Tierra Caliente Michoacán, México. *Livestock Research for Rural Development*, 18(11).

González Zúñiga, J. J. (2019). Extracción y evaluación de extractos de la hoja de higuerilla (*Ricinus communis*), para aplicación antioxidante.

Hall, M. B., & Huntington, G. B. (2008). Nutrient synchrony: Sound in theory, elusive in practice. *Journal of Animal Science*, 86(suppl_14), E287-E292.

Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. 2006 *Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México, estado de Colima*. Colima - Colima (inafed.gob.mx)

Jaramillo-López, E., Itza-Ortiz, M. F., Peraza-Mercado, G., & Carrera-Chávez, J. M. (2017). Ruminant acidosis: strategies for its control. *Austral journal of veterinary sciences*, 49(3), 139-148.

Klee, G., Pulido, R., & Chavarría, J. (2000). Selectividad de ovejas en la utilización de rastrojo de trigo como alimento. *Agricultura Técnica*, 60(4), 361-369.

Krysl, L. J., & Hess, B. W. (1993). Influence of supplementation on behavior of grazing cattle. *Journal of Animal Science*, 71(9), 2546-2555.

Kuete, V. (2014). Physical, hematological, and histopathological signs of toxicity induced by African medicinal plants. In *Toxicological survey of African medicinal plants* (pp. 635-657). Elsevier.

Lagos-Burbano, E., & Castro-Rincón, E. (2019). Caña de azúcar y subproductos de la agroindustria azucarera en la alimentación de rumiantes. *Agronomía Mesoamericana*, 30(3), 917-934.

Lara, C., Del Viento, A., & Palma, J. M. (2016). Preferencia y consumo de diferentes partes morfológicas de *Ricinus communis* L. (higuerilla) por ovinos. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 20(2).

Latimori, N. J., & Kloster, A. M. (2003). IV. Suplementación sobre pasturas de calidad. 2a. ed. ampl.

De Lourdes Rodríguez-Ruiz, M., & Palma-García, J. M. (2018). Selección y consumo de harinas de frutos de árboles nativos tropicales por ovinos. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 22(1), 59-60.

Macías, C. (2015). El simbolismo de la oveja y su presencia en la obra de Picasso. *Repositorio Institucional de la Universidad de Málaga (RIUMA)*, Vol. n/c, recuperado de <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/10521> p, 17.

Mahyuddin, P. (2004). Compensatory growth in ruminants. *Animal Production*, 6(2).

Maldonado-Santoyo, M., & Morales-López, G. (2022). Análisis químico y nutricional en hojas de *Ricinus communis*. *Revista Cubana de Química*, 34(1), 3-18.

Manuel Pablo, A. (2018). *Efecto de los taninos del fruto del cascalote (caesalpinia coriaria jacq. willd) sobre el comportamiento productivo, parámetros de fermentación ruminal, rendimiento y calidad de canal caprina* (Master's thesis, Universidad Autónoma de Guerrero (México)).

Márquez Lara, D., & Suárez Londoño, Á. (2008). El uso de taninos condensados como alternativa nutricional y sanitaria en rumiantes. *Revista de Medicina Veterinaria*, 1(16), 87-109.

Martín, P., & Palma, J., (2017). *Manual para fincas y ranchos ganaderos*. Universidad de Colima.

Martínez Fernández, A., Argamentoría Gutiérrez, A., & Roza Delgado, B. D. L. (2014). Manejo de forrajes para ensilar.

Menezes, D. R., Costa, R. G., de Araújo, G. G. L., Pereira, L. G. R., de Medeiros, G. R., Oliveira, J. S., ... & Busato, K. C. (2016). Detoxified castor meal in substitution of soybean meal in sheep diet: growth performance, carcass characteristics and meat yield. *Tropical Animal Health and Production*, 48, 297-302.

Molina, F., Carmona, D., & Ojeda, Á. (2007). Evaluación del crecimiento compensatorio como estrategia de manejo en vacunos de carne a pastoreo. *Zootecnia Tropical*, 25(3), 149-155.

Mora-Santacruz, A., Roman-Mirando, M., González-Cuevas, G., & Barrientos-Ramirez, L. (2018). Chemical composition of cascalote *Caesalpinia coriaria* (Jacq.) Willd. and diversity of uses in the rural areas of dry tropics. *Revista de Investigación y Desarrollo*, 4(12), 24-28.

Moreno, O., Flores, G., & Sandoval, M. (2006). Manual de técnicas de necropsia patología general. *Universidad Nacional Autónoma de México*, 77-88.

Moreno, F., & Molina, D. (2007). Buenas prácticas agropecuarias BPA-en la producción de ganado doble propósito bajo confinamiento, con caña panelera como parte de la dieta. *Manual Técnico, FAO*. p, 45-80.

Morfin, L. (2011). Manual de Bromatología. Edo de México: Division de ciencias pecuarias.

Nieto, Y. C., Morales, G. Á., & Velásquez, L. M. (2003). Ganancia de peso, conversión y eficiencia alimentaria en ovinos alimentados con fruto (semilla con vaina) de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) y pollinaza. *Veterinaria México OA*, 34(001).

Olmedo-Juárez, A., Briones-Robles, T. I., Zaragoza-Bastida, A., Zamilpa, A., Ojeda-Ramírez, D., de Gives, P. M., ... & Rivero-Perez, N. (2019). Antibacterial activity of compounds isolated from *Caesalpinia coriaria* (Jacq) Willd against important bacteria in public health. *Microbial pathogenesis*, 136, 103660.

Palma, J. M. (2011). Suplementos activadores del rumen como estrategias para el desarrollo de bovinos en sistemas doble propósito. *Recuperado: <http://www>*.

avpa. ula. ve/docuPDFs/libros_on_line/innovacion_tecno/pdfs/43capituloxxxiv.pdf.

Palma, G. J. M., & Islas, C. G. R. (2018). Recursos arbóreos y arbustivos tropicales. *Colima, México*.

Palma-García, J. M. (2018). Utilización de *Ricinus communis* L. (higuerilla) en el desarrollo de sistemas silvopastoriles. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 22(1), 43-44.

Palma, J., Martín, P., (2021). Ensilaje de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) para enfrentar la época de sequía en el trópico seco. Universidad de Colima.

Peralta, N., Palma, J. M., & Macedo, R. (2004). Efecto de diferentes niveles de inclusión de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) en el desarrollo de ovinos en estabulación. *Livestock Research for Rural Development*, 16(1), 1-9.

Piñeiro-Vázquez, A. T., Ayala-Burgos, A. J., Chay-Canul, A. J., & Ku-Vera, J. C. (2013). Dry matter intake and digestibility of rations replacing concentrates with graded levels of *Enterolobium cyclocarpum* in Pelibuey lambs. *Tropical Animal Health and Production*, 45, 577-583.

Pizzani, P., Matute, I., Martino, G., Arias, A., Godoy, S., Pereira, L., ... & Rengifo, M. (2006). Composición fitoquímica y nutricional de algunos frutos de árboles de interés forrajero de los llanos centrales de Venezuela. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 47(2), 105-113.

Puerta Rico, L. F., García González, J. J., Parra Suescún, J. E., & Pardo Carrasco, S. C. (2017). Coeficientes de digestibilidad aparente de *Thitonia*

diversifolia y *Cratylia argétea* en cachama blanca y efectos sobre las vellosidades intestinales. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 20(2), 375-383.

Ramírez, L. A., Del Viento, A., & Palma, J. M. (2017). Evaluación de la edad de corte sobre la composición química y degradabilidad ruminal in situ de lámina de hoja de *Ricinus communis* L. *Materia*, 60(120), 180.

Ramírez-Navarro, L. A., del Viento-Camacho, A., Zorrilla-Ríos, J. M., & Palma-García, J. M. (2018). Comparación de lámina de hoja de *Ricinus communis* L con alfalfa en la alimentación y sanidad de ovejas gestantes. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 22, 45-46.

Ramírez-Navarro, L. A., Viento-Camacho, A. D., Zorrilla-Ríos, J. M., & Palma-García, J. M. (2020). Sustitución de *Medicago sativa* L. por hoja de *Ricinus communis* L., en ovejas gestantes. *Pastos y Forrajes*, 43(2), 136-143.

De la Ribera, J. R., Burgos, D. Z., Campuzano, J., Acosta, D. V., Marcheco, E. C., Benítez, Y. A.,... & Cabadiana, H. U. (2017). El clima y su influencia en la producción de los pastos. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(6), 1-12.

Real Academia Española. (s.f.). *Definición agropecuario, ria. agropecuario, agropecuaria* | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE.

Reinoso, V. (2012). *Suplementación proteica en ganado de carne a pastoreo: teoría y práctica* (No. V338. 091 REIs).

Repetto, J. L., & Cajarville, C. (2009). ¿Es posible lograr la sincronización de nutrientes en sistemas pastoriles intensivos? *XXXVII Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay*, 60-67.

Reyes, J., Montañez-Valdez, O., Guerra, C., & Palma, J. (2014). Efecto del ensilado de caña de azúcar en los parámetros productivos de vaquillas Holstein-Friesian para reemplazo. *Revista MVZ Córdoba*, 19(1).

Rodrigues, F. S., Elías, A., & Chilbroste, P. (2012). Suplementación con activadores ruminales en terneras alimentadas con ensilaje de sorgo. *Revista Argentina de Producción Animal*, 32(2), 117-123.

Rodríguez, R., Sosa, A., & Rodríguez, Y. (2007). La síntesis de proteína microbiana en el rumen y su importancia para los rumiantes. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 41(4), 303-311.

Romero, O. (2006). Estacionalidad en la producción de forrajes. *INIA*; 72(4): 36-39.

Salah, N., Sauvant, D., & Archimède, H. (2014). Nutritional requirements of sheep, goats and cattle in warm climates: a meta-analysis. *Animal*, 8(9), 1439-1447.

Salazar Mendoza, A. A. (2016). *Efecto de la suplementación con vaina de Enterolobium cyclocarpum Jacq. Griseb. en la ganancia de peso y producción de metano en ovinos de pelo* (Doctoral dissertation, El autor).

Sánchez-Carranza, J. N., Alvarez, L., Marquina-Bahena, S., Salas-Vidal, E., Cuevas, V., Jiménez, E. W., ... & González-Maya, L. (2017). Phenolic

compounds isolated from *Caesalpinia coriaria* induce S and G2/M phase cell cycle arrest differentially and trigger cell death by interfering with microtubule dynamics in cancer cell lines. *Molecules*, 22(4), 666.

Sánchez, N., Mendoza, G. D., Martínez, J. A., Hernández, P. A., Camacho Diaz, L. M., Lee-Rangel, H. A., ... & Flores Ramirez, R. (2018). Effect of *Caesalpinia coriaria* fruits and soybean oil on finishing lamb performance and meat characteristics. *BioMed Research International*, 2018.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, (2020), *Inventario ovino 2020*. [Inventario_2020_ovino.pdf \(www.gob.mx\)](http://www.gob.mx)

Santos da Silva, W., Carvalho dos Santos, T. M., Cavalcanti Neto, C. C., Espíndola Filho, A. M., Mesquita da Silva, S. G., Neves Figueiredo, A., & Araújo de Melo, B. (2014). Características y estabilidad aeróbica de ensilajes de caña de azúcar, tratada con urea, NaOH y maíz. *Pastos y Forrajes*, 37(2), 182-190.

Serratos-Arévalo, J. C. (2000). *Aislamiento y Caracterización de Proteínas de Las Semillas Maduras de Enterolobium Cyclocarpium Para Su Aprovechamiento Alimenticio* (Doctoral dissertation, Universidad de Colima).

Soto, C., & Reinoso, V. (2008). Suplementación con proteína no degradable en rumen en ganado de carne.

Statistix, 8. (2003). *Statistix 8: Analytical Software User's Manual*. Tallahassee, Florida, U.S.A.

Del Viento, A., & Palma, J. M. (2015). Influencia de hidróxido de calcio en el consumo de un suplemento activador del rumen basado en banano verde. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 19(3), 17-24.

Zamora, J., del-Viento, A., & Palma, J. M. (2018). Inclusión de harina de lámina de hoja de *Ricinus communis* L. en la alimentación de ovinos. *AIA*, 22(supl 1), 67-68.

Zamora, J., Del Viento, A., & Palma, J. M. (2020). Suplementación de pirofosfato de tiamina y lámina de hoja de *Ricinus communis* L en la alimentación de ovinos en crecimiento. *Livestock Research for Rural Development*, 32(98), 1-9.